



I. ASIMOV

CIVILIZATI
EXTRA
TERESTRE

EDITURA POLITICĂ

I. ASIMOV



CIVILIZAȚII
EXTRA
TERESTRE

I. ASIMOV



SCAN: Doru Filip
PRELUCRARE și editor
prima ediție digitală
Costin Teo Graur
octombrie 2011

1983

editura politică

București

Cuprins

Cuvînt înainte	5
--------------------------	---

CAPITOLUL 1

Pămîntul	9
Spirite	10
Animale	15
Primate	19
Creier	21
Foc	23
Civilizație	26

CAPITOLUL 2

Luna	29
Faze	29
Altă lume	32
Lipsa de apă	36
Farse lunare	41
Lipsa de aer	44

CAPITOLUL 3

Sistemul solar interior	49
Lumi apropiate	49
Venus	52
Canalele marțiene	58
Sonde spre Marte	65

CAPITOLUL 4

Sistemul solar exterior	71
Chimie planetară	71
Titan	75
Jupiter	80

CAPITOLUL 5

Stelele	85
Protostele	85
Calea Lactee	89
Galaxia	92
Alte galaxii	96

CAPITOLUL 6

Sisteme planetare	101
Ipoteza nebuloasei	101
Ciocniri stelare	104
Din nou despre ipoteza nebuloaselor	107
Stele în rotație	109
Stele în oscilație	114

CAPITOLUL 7

Stele precum Soarele	118
Stele uriașe	118
Stele pitice	124
Dimensiuni adecvate	131

CAPITOLUL 8

Planete precum pămîntul	133
Stele duble	133
Populații de stele	142
Ecosfera	148
Habitabilitate	151

CAPITOLUL 9

Viața	158
Generația spontanee	158
Originea vieții ?	162
Pămîntul primordial	166
Meteoriti	171
Nori de praf	173
Cînd a început viața	176
Viața multicelulară	179
Viața pe uscat	181
Civilizații	184

CAPITOLUL 10

Alte civilizații	186
Satelitul nostru uriaș	186
Satelitul nostru capturat ?	190
Inteligență	195
Dispariție	199
Cooperare	203
Explorare	207
Vizite	211

CAPITOLUL 11

Explorarea spațiului	215
Viitoarele destinații	215
Așezări în spațiu	219
Navigatori în spațiu	225
Pragul	228

CAPITOLUL 12

Zborul interstelar	231
Viteza luminii	231
Dincolo de viteza luminii	235
Dilatarea timpului	243
Zbor fără motor	248
Lumi în derivă	252

CAPITOLUL 13

Mesaje	261
Emisie	261
Recepție	267
Fotoni	273
Microunde	276
Unde ?	281
De ce ?	284

Cuvînt înainte şi traducere :
ANDREI BACALU

Redactor :
SANDA MIHĂESCU-BOROIANU

•
Coperta :
CONSTANTIN NIŢULESCU

ISAAC ASIMOV
CIVILISATIONS EXTRATERRESTRES

Editions L'Étincelle
Montréal, Québec, Canada
1979

Cuvînt înainte

Pentru multă lume numele lui Isaac Asimov este aproape sinonim cu proza științifico-fantastică și cu popularizarea științei, domenii cu mult mai apropiate decît s-ar putea crede la prima vedere. Asimov are un palmares, dacă putem folosi acest termen sportiv în legătură cu știința și literatură, realmente impresionant: peste 200 de cărți, multe traduse în zeci de limbi, mai bine de 1 000 de articole în ziare și reviste de mare tiraj, nenumărate introduceri și prefețe, un număr incredibil de scrisori. Dacă cifrele nu spun prea mult, să ne referim la tematica abordată: romane, navele și schife de science fiction, studii despre sensul fizicii particulelor subatomice, adevărul despre „găurile negre” din Univers și, bineînțeles, inteligențele și civilizațiile extraterestre.

Din fericire, nu cantitatea reprezintă aspectul esențial al activității lui Asimov. Iubit de cititori, care îi adresează sute de scrisori în fiecare săptămînă, respectat de specialiștii din cîteva zeci de discipline științifice, Asimov este nu numai mînuitorul unor admirabile invenții verbale și intelectuale, nu numai un distins biochimist și profesor onorific al unei universități americane, nu numai un mare umorist și autor de calambururi, ci și un element de contact între știință și marele public, element atît de necesar în epoca noastră de mare progres științific și tehnologic. El este, în cuvintele celebrului astronom și popularizator Carl Sagan, „marele specialist în explicații clare ale secolului XX”.

Înzestrat cu o memorie prodigioasă (și cu o inteligență pe măsura acestei memorii), considerat cîndva copil-mînune (student la Universitatea Columbia la 15 ani!), Asimov descoperă la frageda vîrstă de 9 ani proza științifico-fantastică într-una din revistele vremii. Astfel începe o poveste de dragoste care mai durează și azi, poveste ale cărei roade sînt nuvele precum „Căderea nopții”, romane ca „Soarele gol”, lungă și încîntătoare serie a povestirilor cu roboți, impresionanta trilogie a Fundației galactice,

prozele dense și plauzibile a căror paternitate este imposibil de confundat.

Ritmul său de lucru, 90 de cuvinte pe minut, de la ora 8 dimineața pînă la 10 seara, nu afectează cîtuși de puțin calitatea literară ori seriozitatea științifică a lucrărilor, nefiind decît o reflectare a pasiunii sale pentru muncă, pentru cuvîntul scris. Ceea ce nu trebuie să ne facă să credem că avem de-a face cu un soi de robot care are un dicționar în loc de creier. Nicidecum. Asimov este un interlocutor admirabil, ceea ce se poate vedea în toate interviurile acordate de-a lungul anilor, un inegalabil povestitor, un foarte apreciat conferențiar și chiar, cum spun unii detractori prietenoși, un actor înnăscut. Toate aceste afirmații și descrieri sînt însă, din păcate, insuficiente.

Isaac Asimov este mai mult decît un simplu scriitor sau vorbitor pe teme științifice, fie ele fantastice sau nu. Este, în primul rînd, un om frămîntat de propriile-i probleme ca și de problemele semenilor săi. Ciudat, autorul care descrie cu nonșalanță zborurile interstelare nu a zburat niciodată cu avionul. Omul care este cronicarul marilor bătălii galactice se dovedește a fi un pacifist convins. Umoristul dezlănțuit se arată a fi un melancolic și un poet. Scriitorul care imaginează un viitor în care omul stăpînește roboții și computerele suferă de un ușor pesimism în legătură cu viitorul tehnologiilor terestre. Enumerarea ar mai putea continua. Poate însă că trăsătura definitorie a personalității lui Asimov este marea sa capacitate de a explica fenomenele complexe în termeni pe care oricine îi poate înțelege și într-un mod cît se poate de agreabil, indiferent de domeniul abordat. Totul cu o permanentă disponibilitate pentru nou, pentru precizie, pentru sobrietatea științifică, des condimentată cu umor și paradoxuri.

Asimov trăiește și serie fiind convins că are obligația nemărturisită, dar inevitabilă, de a oferi material de reflexie celui care îl aude sau îl citește, de a deschide gustul publicului pentru domenii mai puțin familiare ale lumii de azi, fie că e vorba de robotică, de calculatoare electronice, de fizica spațiului și timpului sau de parada înfinită a particulelor elementare. El se simte obligat să se refere la problemele contemporaneității atît prin intermediul prozei de anticipație cît și prin textele de popularizare, refuzînd divertismentul pur. Dar mai ales el vrea și reu-

șeste să lupte cu pseudoștiința, cu imensa cantitate de subproduse vag literare și deloc informate care stîrnesc confuzie și vehiculează ineptii. De aici și tema cărții de față.

În peisajul arhiaglomerat al literaturii care se ocupă de farfurii zburătoare, mici omuleți verzi, paleoastronauți, întâlniri apropiate de diverse grade și alte asemenea povești de zăpăcit adulții, cartea lui Isaac Asimov este o adevărată oază de bun-simț. Afirmările beneficiază tot timpul de un suport solid de argumente, datele științifice sînt cele mai recente și cele mai verificate, pîndă și speculațiile pornesc de la un fapt acceptabil sau chiar acceptat. Avem de-a face nu cu o simplă înșiruire de date sau de presupuneri, ci cu o adevărată incursiune în anatomia probabilității, cu un soi de radiografie a hazardului și necesității, cu un elegant balét intelectual desfășurat la limitele posibilului.

Multă chimie, multă fizică, multă biologie, multă astronomie în cartea lui Asimov. Va fi nevoie de un oarecare efort pentru a putea urmări raționamentele, de altfel impecabil construite. Va fi poate nevoie, din cînd în cînd, să căutăm cîte un cuvînt în dicționar. Va exista cîte un pasaj de recitit. Să sperăm, din toată inima, că merită efortul. Avem în față nu o simplă carte de popularizare a științei, nu un simplu volum pe tema posibilității sau probabilității existenței unor alte inteligențe în Univers, ci o invitație.

Cartea Civilizații extraterestre este o invitație la cunoaștere, o invitație la rațiune, o invitație la știință, o invitație la o fascinantă călătorie prin Cosmos. Și să nu uităm că acest cuvînt, Cosmos, reprezintă tocmai ordinea subtilă a lumii care ne înconjoară, să nu uităm că acest cuvînt, Cosmos, este diametral opus haosului. Dar orice tentativă de a defini cartea la începutul căreia ne aflăm nu poate fi decît o reflectare a cuvintelor și ideilor autorului. Autor care spunea, pe vremea cînd nu începuse încă să scrie acest volum dedicat fraților noștri cosmici întru rațiune, că își dorește mai mult decît orice altceva să fie considerat drept un reprezentant al epocii noastre. Epocă pe care Asimov o numește Era Căutării.

ANDREI BACALU

Capitolul 1

PĂMÎNTUL

Se naște întrebarea : sîntem oare singuri ?

Sînt ființele umane singurii posesori de ochi care scrutează adîncurile Universului ? Singurii constructori de instrumente care prelungesc simțurile naturale ? Singurii deținători de minți care se luptă să înțeleagă și să interpreteze ceea ce văd și simt ?

Răspunsul este, foarte probabil : nu sîntem singuri. Mai sînt și alții care caută și se întreabă, și poate chiar cu mai multă eficacitate decît noi.

Mulți astronomi sînt de această părere, ca și mine de altfel.

Nu știm unde se află aceste minți, dar ele există undeva. Nu știm ce fac, dar fac multe. Nu știm cum arată, dar sînt inteligente.

Ne vor găsi ele vreodată, dacă există ? Sau ne-au găsit ?

Dacă nu ne-au găsit, le putem găsi noi ? Mai mult decît atît, *e cazul* să le găsim ? Nu e riscant ?

Acestea sînt întrebări pe care trebuie să ni le punem odată ce ajungem la părerea că nu sîntem singuri, și astronomii le și pun.

Întreaga problemă a căutării inteligenței extraterestre a devenit dealtfel atît de banală, încît s-a îmbogățit cu o prescurtare menită să simplifice subiectul. Astronomii vorbesc despre CIET, inițialele cuvintelor : „căutarea inteligențelor extraterestre“.

Prima discuție științifică în domeniul CIET din care s-au născut speranțe de succes a avut loc abia în 1959. E normal să credem că problema căutării altei inteligențe

decît cea care ne aparţine este de dată recentă. S-ar părea că este vorba de un fenomen aparţinînd în exclusivitate secolului al XX-lea, legat de progresele astronomiei din ultimele decenii, produs de epoca rachetelor şi zborurilor omului în spaţiul cosmic.

Veţi crede, poate, că în urmă cu cîteva decenii oamenii considerau de la sine înţeles faptul că sîntem *singuri* şi că noua imagine a altor inteligenţe reprezintă un mare şoc pentru fiinţele umane şi le forţează să-şi schimbe radical concepţiile.

Nimic nu poate fi mai departe de adevăr !

De-a lungul întregii istorii a omenirii părerea cea mai răspîdită a fost că *nu* sîntem singuri. Existenţa altor inteligenţe era considerată drept normală şi de la sine înţeleasă.

Asemenea ideii nu au apărut datorită progreselor ştiinţei. Dimpotrivă. Ştiinţa nu a făcut decît să infirme vechile presupuneri legate de existenţa altor inteligenţe. Ştiinţa a creat o nouă imagine a lumii înconjurătoare în care, după vechile canoane, omenirea este singură.

Să începem, deci, cu stabilirea acestei singurătăţi înainte de a ajunge la o nouă viziune despre un tip de inteligenţă deosebită.

Spirite

Din capul locului va trebui să recunoaştem că expresia *inteligenţă extraterestră* este destul de pretenţioasă. La urma urmei, ea se referă la inteligenţa găsită în alte lumi decît Pămîntul şi sensul ei depinde de recunoaşterea faptului că există şi alte lumi în afara Pămîntului.

Pentru marea majoritate a fiinţelor umane, de-a lungul celei mai mari părţi a istoriei nu au existat alte lumi în afara Pămîntului. Pămîntul era *lumea*, lăcaşul fiinţelor vii, Cerul era, pentru observatorii din vechime, ceea ce pare să fie : o cupolă suspendată peste lume, albastră ziua şi marcată de strălucirea rotundă a Soarelui, neagră noaptea şi străpunsă de lumina stelelor.

În aceste condiţii, expresia *inteligenţă extraterestră* nu are sens. Vom vorbi în schimb despre *inteligenţă non-umană*.

De îndată ce modificăm subiectul, vedem cu uşurinţă că fiinţele umane din epoca preştiinţifică presupuneau că oamenii nu sînt singuri, că unica lume pe care o cunoşteau

în Univers conținea nenumărate inteligențe nonumane. Nu numai că inteligența umană era doar una din multele posibile, dar ea era probabil cea mai slabă și cea mai puțin avansată.

Pentru mintea prestiințifică evenimentele păreau întâmplătoare. Nimic nu urma vreo „lege“ naturală și inexorabilă, fiindcă legea nu era acceptată ca parte a Universului. Dacă se întâmpla ceva pe neașteptate, lucrurile stăteau așa nu fiindcă nu se știau destule pentru a prevedea evenimentul, ci fiindcă fiecare parte a Universului se bucura de liber arbitru și acționa datorită unei motivații neînțelese, poate chiar datorită unei motivații de neînțeles.

Liberul arbitru este inevitabil legat de inteligență. Pentru a acționa voit trebuie, în fond, să înțelegi existența alternativelor și să alegi una dintre ele, ceea ce este un atribut al inteligenței. Părea deci rațional să consideri inteligența un aspect universal al naturii.

Pentru vechii greci (ale căror mituri le cunoaștem foarte bine), fiecare aspect al naturii avea spiritul său. Fiecare munte, fiecare piatră, fiecare pîrîu, fiecare iaz, fiecare copac avea nimfa sa înzestrată nu numai cu inteligență, ci și cu o formă mai mult sau mai puțin omenească.

Oceanul avea zeitatea sa, ca și cerul și lumea subpămînteană; li se atribuiu însușiri umane, precum nașterea și somnul, ca și diverse niveluri de abstracție cum ar fi arta, frumusețea și soarta.

Cu timpul, gînditorii greci au evoluat, ajungînd să considere toate aceste spirite și zeități drept simboluri și încercînd să le retragă caracteristicile umane.

Astfel, inițial, Zeus și ceilalți zei trăiau pe muntele Olimp, în nordul Greciei, fiind mai apoi transferați într-un vag „rai“, aflat în cer¹. Același transfer a avut loc în cazul Dumnezeului israeliților, care a trăit la început pe muntele Sinai sau în tabernacol, dar care s-a mutat în cele din urmă în ceruri.

La fel, lumea spiritelor morților ocupa inițial același teritoriu cu lumea celor vii. În *Odiseea*, de pildă, Ulise vizitează Hadesul într-o zonă incertă din Vestul îndepărtat, și tot pe undeva prin Vest trebuie să se fi aflat și Cîmpiile Elisee, paradisul grec. Mai tîrziu, spiritele

¹ Iată un exemplu de altă „lume“, care n-a fost niciodată vizibilă sau care, oricum, nu poate fi percepută în mod obișnuit.

morților au fost transferate într-un iad subteran semi-mistic.

În orice caz, acest proces pretențios de abstractizare este un fenomen pur intelectual, destinat să-l scutească pe gânditor de jena unor opinii prea simple. Oamenii de rînd nu erau prea afectați de el.

Astfel, indiferent de părerea filozofilor greci în privința cauzelor ploii, agricultorii needucați credeau că ploaia este produsă (așa cum glumește Aristofan într-una din piesele sale) de „Zeus ușurîndu-se printr-o sită“.

Azi în Statele Unite meteorologia este o știință complicată și schimbările vremii sînt privite drept fenomene naturale care ascultă de legi atît de complicate încît, vai, nu le putem înțelege în întregime, iar prevederile au o imprecizie uimitoare. Și, totuși, pentru mulți americani, seceta este voința lui Dumnezeu, ceea ce îi face să se îmbulzească în biserici ca să se roage pentru ploaie, cu impresia că planurile Domnului sînt atît de banale și de puțin importante, încît pot fi schimbate la cerere.

Ne-am obișnuit să considerăm zeii și demonii mitologici drept „supranaturali“, dar nu cred că folosim corect acest termen. Orice cultură aflată în faza de mitogeneză nu a ajuns încă la conceptul de lege a naturii în sensul modern al cuvîntului, astfel încît nimic nu este într-adevăr supranatural. Zeii și demonii sînt doar supraumani. Ei pot face lucruri pe care oamenii nu le pot face.

Știința modernă este cea care a introdus conceptul de lege a naturii ce nu poate fi călcată în nici un caz : diferitele legi ale conservării, legile termodinamicii, legile lui Maxwell, teoria cuantelor, relativitatea, principiul nedeterminării, relațiile de cauzalitate. A fi suprauman este perfect admisibil fiindcă se întîmplă des. Calul este suprauman ca viteză, elefantul ca forță, broasca țestoasă ca longevitate, cămila ca rezistență, delfinul ca înotător. Este deci ușor de conceput o entitate nonumană cu o inteligență supraumană.

A depăși legile naturii, a fi „supranatural“ este însă inadmisibil în Universul privit de știință, în „Universul științific“, care este singurul de care ne ocupăm în această carte.

Am putea contesta cu ușurință dreptul ființelor umane de a socoti că un anume lucru este „inadmisibil“, că ceva numit supranatural își primește numele printr-o definiție arbitrară provenită dintr-o cunoaștere finită și incompletă.

Fiecare om de știință trebuie să recunoască că nu cunoaște toate legile existente ale naturii și că nu înțelege temeinic toate implicațiile și limitele legilor naturii pe care le cunoaște. Dincolo de puținul știut pot fi multe lucruri care par „supranaturale“ pentru înțelegerea noastră modestă, dar care există totuși.

Perfect adevărat, dar gândiți-vă...

Cînd plecăm de la ignoranță nu putem ajunge la nici o concluzie. Cînd spunem : orice se poate întîmpla și orice poate fi — asta fiindcă știm atît de puțin încît nu avem dreptul să spunem „e așa“ sau „nu e așa“ —, forțăm raționamentul să se oprească aici. Nu putem elimina nimic, nu putem confirma nimic. Tot ce putem face este să alăturăm cuvinte și gânduri bazîndu-ne pe intuiție, credință sau revelație, și, din păcate, nu există doi oameni care să împărtășească aceeași intuiție, credință sau revelație.

Trebuie neapărat să stabilim reguli și limite, oricît de arbitrare ar părea ele. Vom descoperi apoi ce putem afirma în cadrul acestor reguli și limite.

Imaginea științifică a Universului constă în a admite doar acele fenomene care pot fi observate într-un mod accesibil oricui, într-un fel sau altul, și acele generalizări (pe care le numim legi ale naturii) care pot fi deduse din aceste observații.

Astfel, există doar patru cîmpuri de forță care controlează toate interacțiunile particulelor subatomice și, implicit, toate fenomenele. Ele sînt, în ordinea descoperirii, cîmpul gravitațional, cîmpul electromagnetic, interacțiunile nucleare puternice și interacțiunile nucleare slabe. Orice fenomen observat poate fi explicat prin una sau alta din aceste forțe. Nu există nici un fenomen atît de neobișnuit încît să-i convingă pe savanți că există o a cincea forță diferită de cele patru pe care le-am enumerat.

E perfect posibil să afirmăm că există un al cincilea tip de interacțiune, care nu poate fi însă observat, sau un al șaselea și așa mai departe. Dacă nu poate fi observat, dacă nu se poate manifesta în nici un fel, nu avem nimic de cîștigat vorbind despre el, cel mult ne putem amuza plătînd ceva ¹.

¹ Nu vreau să denigrez valoarea plătuirilor. E o artă nobilă, care cere mult talent. Știu prea bine. Trăiesc din asta de mulți ani. Oricum, una e să plătuiești ceva amuzant, și alta să conștă plătirea cu realitatea.

Este, de asemenea, perfect posibil să spunem că există o a cincea interacțiune (sau o a șasea, și așa mai departe), care poate fi observată, dar numai de anumiți oameni și numai în anumite condiții imprevizibile.

S-ar putea să fie așa, dar atunci ieșim din domeniul științei, întrucît în aceste condiții se poate spune *orice*. Pot să spun că Munții Stîlcoși sînt făcuți din smaralde care au proprietatea să pară roci obișnuite oricui în afară de mine. Nu puteți contesta această afirmație, dar ce valoare are ea ? (Nu numai că asemenea afirmații nu au valoare, dar ele sînt atît de enervante, încît oricine insistă să le facă are toate șansele să fie considerat nebun.)

Știința se ocupă numai de fenomene care pot fi reproduse, de observații care pot fi făcute, în condiții exact definite, de către orice persoană cu o inteligență normală, observații acceptate de orice om rezonabil ¹.

Se poate susține că știința este singurul domeniu al activității intelectuale umane în care oamenii rezonabili pot fi de acord și în care aceiași oameni rezonabili se pot răzgîndi odată cu apariția unor fapte noi. În politică, artă, literatură, muzică, filozofie, religie, economie, istorie — și lista s-ar putea prelungi la nesfîrșit —, oameni de obicei rezonabili nu numai că nu ead de acord, manifestîndu-și uneori cu patimă poziția, dar nici nu se răzgîndesc vreodată.

Evident, imaginea științifică a lumii nu ne-a parvenit intactă din cele mai vechi timpuri. Ea a fost descoperită și descifrată încetul cu încetul. Ea nu e completă și poate că nu va fi niciodată. Noile precizări, modificări și adăugiri pot părea fantastice la început (ca, de exemplu, teoria cuantelor și relativitatea), dar există moduri bine cunoscute de a le verifica ; dacă teoriile rezistă, ele sînt acceptate. Metoda verificărilor nu este întotdeauna simplă și ușoară ; în timpul încercărilor pot apărea dispute ², și verificarea unei teorii poate fi inutil întîrziată.

Dar acceptarea va veni în cele din urmă, fiindcă gîndirea științifică se autocorectează cîtă vreme există o libertate rezonabilă a cercetării și a publicării rezultatelor.

¹ Nu vreau să fac efortul de a defini un „om rezonabil”. Cel mai simplu este să considerăm orice individ care face efortul să citească această carte drept om rezonabil.

² Asemenea dispute pot deveni penibile și polemice cîteodată, fiindcă savanții sînt și ei oameni și oricare dintre ei poate fi uneori meschin, rău, răzbnător sau pur și simplu prost.

Toate acestea justifică faptul că în această carte mă ocup de fenomene supranormale atunci cînd e necesar, dar niciodată de cele supranaturale. În această discuție despre inteligența nonumană nu va fi vorba nici de îngeri, nici de demoni, nici de Dumnezeu, nici de diavol, de nimic din ceea ce nu este accesibil observației, experimentului și rațiunii.

Animale

În căutarea inteligenței nonumane pe Pămînt, după ce am eliminat toate lucrurile minunate pe care imaginația umană le-a construit din nimic, trebuie să găsim ce putem în lucrurile banale pe care le percepem și le observăm.

Dintre obiectele naturale de pe Pămînt putem să le eliminăm de la bun început pe cele fără viață.

Aceasta nu este în nici un caz o hotărîre indiscutabilă, fiindcă nu e imposibil ca inteligența și conștiința să fie inerente întregii materii; poate chiar că fiecare atom conține o anumită microcantitate din ele.

Poate că e așa, însă întrucît asemenea conștiință și inteligență nu pot (deocamdată cel puțin, și nu putem să spunem decît „deocamdată“) să fie măsurate sau măcar observate, fenomenul nu intră în cadrul Universului la care intenționăm să ne referim, și îl vom elimina.

Pe de altă parte, în căutarea inteligenței nonumane putem considera de la sine înțeles faptul că inteligența pe care o căutăm, deși prezentă în altă parte decît într-o ființă umană, este, cel puțin în mare, comparabilă calitativ cu inteligența omenească. Aceasta înseamnă că trebuie să fie o inteligență pe care s-o putem recunoaște cu ușurință ca atare și că orice inteligență ar exista într-o piatră, ea nu face parte din cele pe care le putem recunoaște.

Dar, veți spune, oare toate formele de inteligență trebuie să fie identice, sau similare, sau măcar ușor de recunoscut? Oare un bolovan n-ar putea să fie la fel de inteligent ca noi sau chiar mai inteligent, dar într-un mod imposibil de recunoscut?

Dacă ar fi așa, nimic nu ne-ar opri să spunem că orice obiect din întregul Univers este tot atît de inteligent

ca o ființă umană sau mai inteligent, dar în cazul fiecăruia dintre aceste obiecte natura inteligenței este atât de diferită de a noastră încît nu poate fi recunoscută.

Dacă susținem acest lucru, discuția se oprește aici și face imposibilă orice investigație ulterioară. Dacă vrem să continuăm, *trebuie* să stabilim limite. În căutarea inteligenței nonumane ne putem limita foarte bine la inteligența pe care o putem recunoaște ca atare (chiar vag) din observații reproductibile și folosind ca termen de referință propria noastră inteligență.

E posibil ca inteligența căutată să fie atât de diferită de a noastră, încît să n-o putem recunoaște dintr-odată, ci doar treptat. Oricum, în toți anii petrecuți de oameni alături de obiecte neînsuflețite nu a apărut niciodată vreun motiv să credem că ele ar fi dat vreun semn de inteligență cît de mic ¹, și este, deci, cît se poate de rezonabil să le eliminăm.

Dacă trecem la obiectele însuflețite, putem ridica problema modului în care deosebim obiectele neînsuflețite de cele însuflețite. Deosebirea se face mult mai greu decît credem, dar este irelevantă. Toate obiectele care ne pot deruta în clasificare, fie ele vii sau nu, nu pot avea în nici un caz pretenții de proprietari ai inteligenței nonumane.

Dintre obiectele indiscutabil vii putem elimina întreaga lume vegetală. Nu putem recunoaște inteligență nici în cel mai impunător stejar, nici în cel mai parfumat trandafir, nici în cea mai feroce plantă carnivoră ².

Cînd e vorba de animale însă, lucrurile se schimbă. Animalele se mișcă, la fel ca noi, și au nevoi și spaime ușor de recunoscut, la fel ca noi. Ele mănîncă, dorm, excretă, se reproduc, caută confortul și evită pericolul. Există de aceea o tendință de a privi acțiunile lor prin prisma motivației și inteligenței umane.

Astfel, imaginația omului vede furnicile și albinele — avînd o comportare pur instinctivă, care nu permite decît

¹ Cu excepția unor obiecte neînsuflețite numite computere, apărute în ultimii 25 de ani, și care au proprietăți ușor de confundat cu inteligența. Ele sînt produse umane și pot fi considerate drept prelungiri ale inteligenței omului, și nu inteligențe nonumane.

² S-au scris cărți în care se susține că plantele reacționează la vorba omenească într-un mod în aparență inteligent. Din punctul de vedere al bioloșilor, asemenea opinii sînt lipsite de orice valoare științifică.

minime variațiuni individuale sau schimbări de comportament în cazul unor evenimente neprevăzute — drept adevărate simboluri ale hărniciei.

Șarpele, care se tirăște prin iarbă fiindcă acesta este singurul mod de mișcare permis de evoluția formei și structurii lui și care astfel trece neobservat și poate ataca înainte de a fi văzut, este considerat un simbol al șireteniei și perfidiei. (Această caracterizare este confirmată chiar și de Biblie — vezi Cartea Facerii, cap. 3, 1.)

Tot așa, măgarul este socotit prost, leul și vulturul — mândri și maiestuoși, păunul — vanitos, vulpea — șireată și așa mai departe.

Atribuirea grosolană a motivațiilor umane acțiunilor animalelor va duce inevitabil la convingerea că, în cazul stabilirii unei comunicări cu anumite animale, ele vor da dovadă de inteligență umană.

Ceea ce nu înseamnă că, strinși cu ușa, oamenii vor recunoaște că aceasta este convingerea lor. Totuși, putem privi desenele animate ale lui Disney, în care eroii sînt animale cu inteligență umană, fără ca incongruența situației să ne deranjeze.

Desigur, desenele animate sînt doar un amuzament, iar suspendarea voluntară a neîncrederii este o caracteristică binecunoscută a ființelor umane. Să nu uităm că și fabulele lui Esop și poveștile medievale cu vulpoiul Renard nu se referă la animale care vorbesc, ci reprezintă un mod de a spune adevăruri legate de abuzurile sociale, sau referitoare la ele, fără a risca să-i indispună pe puternicii zilei, de cele mai multe ori nu îndeajuns de inteligenți pentru a se recunoaște în satiră.

În orice caz, popularitatea constantă a acestor povești cu animale la care mai putem adăuga seriile *Uncle Remus*, ale lui Joel Chandler Harris, și *Dr. Doolittle*, aparținînd lui Hugh Lofting, confirmă certa disponibilitate umană de a renunța la neîncredere în această direcție, mai mult chiar decît în oricare alta. Pe undeva, mulți dintre noi încearcă să creadă că animalele, chiar dacă nu sînt inteligente ca noi, ar trebui să fie.

Nu putem nici măcar să exploatăm ideea că poveștile cu animale cuvîntătoare se adresează, în primul rînd, copiilor. Recentul succes al cărții *Watership Down*, de Richard Adams, este un exemplu de asemenea carte cu animale cuvîntătoare, destinată adulților, care mi s-a părut deosebit de emoționantă.

Totuși, alături de acest sentiment vechi, primordial, de înrudire cu animalele (prezent chiar atunci când le vînam sau le exploatăm nemilos), există, cel puțin în gîndirea occidentală, conștiința unei definitive separații între oameni și animale.

În descrierea biblică a Creației, omul apare printr-un act diferit de cel prin care Dumnezeu a creat animalele. Ființa umană este descrisă ca fiind creată după chipul și asemănarea Domnului și restul creației îi este dat în stăpînire.

Diferența poate fi interpretată în sensul următor : oamenii au suflet, iar celelalte animale nu ; există o scînteie de divinitate și de nemurire în ființele umane care nu este prezentă la celelalte animale ; ceva din oameni va supraviețui morții, ceea ce nu se va întîmpla în cazul animalelor.

Toate acestea nu intră în domeniul științei și pot fi ignorate. Influența unor asemenea opinii religioase ne face însă să credem cu mai multă ușurință că oamenii sînt singurele entități raționale, ceea ce nu se poate spune despre vreun alt animal. Iată, în fine, o afirmație care poate fi susținută și observată prin metodele obișnuite ale științei.

Totuși oamenii nu sînt destul de siguri de caracterul unic al speciei noastre pentru a fi dispuși să accepte rigourile investigației științifice. Pînă și tendința unor biologi, ferm convinși de ordinea naturală, de a clasifica ființele în specii, genuri, ordine, familii și așa mai departe, a stîrnit serioase neliniști.

Grupînd animalele după asemănări mai mult sau mai puțin remarcabile, obținem un arbore al vieții în care diversele specii ocupă diferite locuri pe diferite ramuri. Ceea ce începe ca o metaforă inevitabilă duce la o sugestie foarte clară — arborele a crescut, ramurile s-au dezvoltat.

Pe scurt, simpla clasificare a speciilor ne conduce inexorabil spre bănuiala că viața a evoluat, că speciile mai inteligente, de exemplu, au evoluat din specii mai puțin inteligente și că, în special, oamenii s-au dezvoltat din specii primitive care nu aveau capacitățile considerate astăzi de noi specific umane.

Intr-adevăr, cînd Charles Darwin a publicat în 1859 *Originea speciilor*, reacția împotriva cărții a fost violentă, deși Darwin evitase cu multă grijă orice referință la

evoluția omului. (Abia peste un deceniu a avut curajul să publice *Originea omului*.)

Pînă și în ziua de azi mulți oameni acceptă cu greu evoluția. Lor nu li se pare o jignire faptul că există unele caracteristici umane la animale precum șoarecele (cine ar putea fi mai simpatic decît Mickey ?), dar consideră jignitoare posibilitatea ca noi înșine să provenim din strămoși subumani.

Primate

Există, în clasificarea animalelor, un ordin numit al primatelor care include, printre altele, maimuțele mici și maimuțele antropoide. Aspectul exterior al primatelor este mult mai apropiat de cel al ființelor umane decît de al oricăror alte animale și din această aparență putem deduce cu ușurință că înrudirea lor cu oamenii este mult mai strînsă decît a celorlalte animale. De fapt, omul trebuie să fie inclus printre primat dacă vrem să păstrăm sensul clasificării animalelor.

Odată acceptată ideea de evoluție, trebuie să tragem inevitabil concluzia că diversele primat, *inclusiv omul*, s-au dezvoltat dintr-o singură tulpină ancestrală și sînt, mai mult sau mai puțin, veri.

Asemănarea primatelor cu omul este și înduioșătoare, și respingătoare. Cuștile maimuțelor sînt întotdeauna foarte frecventate în grădinile zoologice și oamenii privesc cu fascinație maimuțele antropoide (care seamănă cel mai bine cu oamenii).

Dramaturgul englez William Congreve scria în 1695 : „N-am putut să privesc niciodată o maimuță fără să nu ajung la concluzii dureroase“. E destul de ușor de ghicit că acele „concluzii dureroase“ erau legate de posibilitatea de a descrie oamenii ca un soi de maimuțe mai mari și ceva mai inteligente.

Cei care se opun ideii de evoluție au deseori o atitudine răuvoitoare față de marile maimuțe, exagerîndu-le caracteristicile nonumane pentru a face astfel mai puțin plauzibilă o înrudire între ele și ei.

S-au căutat deosebiri anatomice, sau măcar o minusculă structură anatomică prezentă exclusiv la oameni, dar nu și la alte animale, și, mai ales, în nici un caz la maimuțele antropoide. Nu s-a găsit niciodată nimic.

De fapt, asemănarea superficială dintre noi și celelalte primat, și mai cu seamă dintre noi și cimpanzeu și gorilă, devine mult mai profundă la o examinare mai atentă. Nu există nici o structură internă a ființei umane care să nu fie prezentă atât la cimpanzeu cât și la gorilă. Diferențele sînt superficiale, nu de esență.

Dar dacă anatomia nu reușește să descopere o prăpastie de netrecut între oameni și animalele cu care sînt cel mai îndeaproape înrudiți, poate că vom găsi dovezi în domeniul comportamentului.

Un cimpanzeu, de exemplu, nu poate vorbi. Eforturile destinate să-i învețe pe tinerii cimpanzei să vorbească, oricît de calme, competente și prelungite ar fi, eșuează întotdeauna. Fără darul vorbirii, cimpanzeul rămîne un simplu animal. (Insulta „*animalule!*“ nu se referă întotdeauna la lipsa de inteligență, ci la incapacitatea de a vorbi, de a comunica.)

Dar dacă noi sîntem cei care facem o confuzie între comunicare și vorbire ?

Vorbirea este, fapt de la sine înțeles, cel mai eficient și mai delicat mod de comunicare pe care îl cunoaștem, dar este oare singurul ?

Vorbirea umană depinde de capacitatea omului de a controla mișcări rapide și delicate ale gîtului, gurii, limbii și buzelor, care par să fie sub controlul unei zone a creierului numite circumvoluțiunea lui Broca ; ea poartă numele chirurgului francez Pierre Paul Broca (1824—1880). Dacă circumvoluțiunea lui Broca este afectată de o tumoare sau de un traumatism, omul suferă de afazie și nu poate nici vorbi, nici înțelege vorbirea. Totuși, un asemenea om își păstrează inteligența și se poate face înțeles, prin gesturi, de exemplu.

Zona din creierul cimpanzeului echivalentă cu circumvoluțiunea lui Broca nu este nici destul de mare, nici destul de complexă pentru a face posibilă vorbirea, în sensul uman al fenomenului. Dar gesturile ? Cimpanzeii folosesc gestiulația pentru a comunica atunci cînd trăiesc în libertate ; poate fi îmbunătățită această metodă ?

În iunie 1966, Beatrice și Allen Gardner, de la Universitatea Nevada, s-au hotărît să învețe o femelă de cimpanzeu în vîrstă de un an și jumătate, numită Washoe, să folosească limbajul prin semne al surdomuților. Rezultatele i-au uimit și pe ei, și restul lumii.

Washoe a învățat cu ușurință zeci de semne, folosindu-le adecvat pentru a comunica dorințe și abstracțiuni. Ea a inventat chiar modificări pe care le-a folosit, de asemenea, corect. Ea a încercat să-i învețe și pe alți cimpanzei limbajul semnelor și se bucura vizibil să comunice.

Și alți cimpanzei au fost educați într-un mod similar. Unii au fost învățați să aranjeze și să rearanjeze plăcuțe metalice pe o tablă. Cu această ocazie, ei s-au dovedit capabili să înțeleagă și să folosească gramatica, și nu s-au lăsat derutați de propozițiile lipsite de sens oferite uneori intenționat de către profesorii lor.

Și puii de gorilă au fost supuși unor astfel de experimente dovedind calități superioare cimpanzeilor.

Nu e vorba de reflexe condiționate. Toate datele ne arată că cimpanzeii și gorilele știu ce fac, la fel cum putem spune despre oameni că știu ce fac, atunci când vorbesc.

Desigur, limbajul maimuțelor este foarte simplu în comparație cu cel al oamenilor. Ființa umană este cu mult mai inteligentă decât maimuțele, dar și în acest caz diferența constă în gradul de inteligență, și nu în structura ei.

Creier

Pentru oricine procedează la un studiu comparativ al inteligenței animalelor, este clar că factorul anatomic esențial e reprezentat de creier. Primatele au un creier mai mare decât marea majoritate a nonprimatelor, iar creierul uman este, de departe, cel mai mare creier de primat.

Creierul unui cimpanzeu adult cântărește 380 de grame, iar cel al unei gorile adulte 540 de grame. Creierul unui bărbat adult cântărește în medie 1450 de grame.

Creierul uman nu este în nici un caz cel mai mare pe scara evoluției. Cei mai mari elefanți au un creier care poate ajunge la greutatea de 6 000 de grame, iar creierul celor mai mari balene poate depăși 9 000 de grame.

Fără îndoială, elefantul este unul dintre cele mai inteligente animale. De fapt, inteligența elefantului este atât de evidentă, încât oamenii tind să o exagereze. (Tendința de a exagera inteligența elefantului depășește cu mult exagerările legate de inteligența maimuțelor, poate fiindcă elefantul este atât de deosebit de noi ca aspect, încât nu

reprezintă o amenințare atât de evidentă a unicității noastre.)

Posibilitățile de a studia balenele sînt mai reduse decît cele de a studia elefanții, dar putem fi convinși că și balenele fac parte din categoria animalelor foarte inteligente.

Dar, cu toate că elefanții și balenele sînt animale relativ inteligente, este evident că sînt mai puțin inteligente decît ființele umane și poate chiar decît cimpanzeii și gorilele. Cum se potrivește aceasta cu dimensiunile supraomenești ale creierului lor ?

Creierul nu este doar un organ al inteligenței, el este un mediu în care sînt organizate și controlate aspectele fizice ale corpului. Dacă avem de-a face cu un corp de mari dimensiuni, o bună parte a creierului este ocupată cu fizicul, pentru intelect rămînînd foarte puțin.

Astfel, fiecare kilogram de creier de cimpanzeu ar răspunde de 150 de kilograme de corp de cimpanzeu, raportul creier-corp fiind de 1/150. În cazul gorilei raportul poate coborî pînă la 1/500. La oameni, însă, raportul este de aproximativ 1/50.

Comparați aceste cifre cu situația elefantului, la care raportul creier-corp poate ajunge la 1/1000, sau cu marile balene, unde raportul creier-corp se apropie de 1/10000. Așa că nu ne mai surprinde acum poziția deosebită a oamenilor, la care nu pot să ajungă elefanții și balenele, cu toate că au creier foarte mare.

Totuși există organisme al căror raport creier-corp este mai bun decît în cazul oamenilor. E cazul unor maimuțe mici și al păsărilor colibri. La unele maimuțe, raportul ajunge pînă la 1/17,5. Numai că, în acest caz, masa creierului este mult prea mică pentru sarcini intelectuale serioase.

Omul a ajuns la o fericită cale de mijloc. Creierul uman este destul de mare pentru a permite o inteligență avansată, iar trupul omului este destul de mic pentru a lăsa loc de activitate intelectuală în creier.

Dar nici în acest caz ființa umană nu este unică.

Studiind inteligența balenelor, facem poate o greșeală dacă ne ocupăm doar de cele mai mari exemplare. Am putea la fel de bine să încercăm să apreciem inteligența primatelor studiind-o pe cea mai mare, gorila, și ignorîndu-l pe micul său văr, omul.

Ce ne facem însă cu delfinii și cu marsuinii, verii pigmei ai balenelor uriașe ? Unii nu sînt cu mult mai mari

decît un om și totuși au un creier mai mare decît creierul uman (cîntărind pînă la 1 700 de grame) și cu mult mai multe circumvoluțiuni.

Nu putem deduce însă, folosind doar această informație, că delfinul este mai inteligent ca omul, fiindcă mai rămîne de rezolvat problema organizării interne a creierului. Creierul delfinului poate fi organizat pentru funcții predominant neintelectuale.

Singurul mod de a găsi un răspuns constă în studierea comportamentului delfinilor, și aici, din păcate, avem de înțîmpinat mari greutăți. Delfinii par să comunice prin sunete modulate, mai complicate chiar decît cele ale limbilor omenesti, și totuși nu s-au făcut progrese în înțelegerea comunicării la delfini. Ei par să dea semne de comportare inteligentă, chiar de blîndețe și afecțiune ; cu toate acestea, mediul în care trăiesc este atît de deosebit de al nostru, încît ne e foarte greu să ne apropiem de ei și să le înțelegem gîndurile și motivațiile. Problema nivelului exact de inteligență a delfinilor rămîne, pe moment, nerezolvată.

Foc

În lumina părților precedente din acest capitol, răspunsul la întrebarea privind existența inteligenței non-umane pe Pămînt trebuie să fie : Da.

Se pare că afirmația pe care am susținut-o la începutul acestui capitol, cum că noi am fi un produs al științei, nu stă în picioare. Există multe animale surprinzător de inteligente, și nu ne referim numai la maimuțe, elefanți și delfini. Ciorile sînt surprinzător de inteligente în comparație cu alte păsări, iar caracatițele ajung la un nivel de inteligență care depășește mult nivelul tuturor celorlalte nevertebrate.

Și totuși există diferențe fundamentale, există prăpăstii de netrecut. Cheia problemei constă nu atît în simpla prezență a inteligenței, ci în ceea ce se face cu ajutorul acestei inteligențe.

Ființele umane au fost definite ca animale producătoare de unelte și sîntem siguri că pînă și hominizii cu creier mic care ne-au precedat cu cîteva milioane de ani în urmă foloseau pietre cioplite. Nimic surprinzător, deoa-

rece pînă și acei hominizi posedau un creier superior celui al maimuțelor de astăzi.

Oricum, și alte animale, unele chiar total neinteligente, folosesc pietre și crengi în moduri care pot fi considerate identice cu folosirea uneltelor.

Deci nu producția de unelte este cea care separă clar oamenii de alte animale inteligente.

Cu toate acestea, trebuie să existe un soi de unealtă care să marcheze linia de separație dintre speciile inteligente și celelalte.

Nu avem mult de căutat. E vorba de îmblinzirea și folosirea focului. Există dovezi clare privind folosirea focului în peșterile din China, în care trăia, acum peste 500 000 de ani, o specie primitivă de hominizi, *Homo erectus*. De atunci, descoperirea n-a mai fost dată uitării.

Nu există nicăieri pe Pămînt oameni care să nu știe să aprindă și să folosească focul. Nici o specie nonumană nu a făcut vreodată nici cel mai mic progres în direcția folosirii focului, după cîte știm.

Să încercăm să definim „inteligența umană”: un nivel de inteligență suficient de înalt pentru a permite dezvoltarea metodelor de aprindere și utilizare a focului.

În acest caz, la întrebarea privind existența unui echivalent al inteligenței umane pe Pămînt la speciile non-umane răspunsul trebuie să fie: Nu! Omul este unic.

Ar putea să pară un răspuns nedrept, rezultatul unei definiții arbitrare și părtinitoare. Să vedem dacă e așa, comparînd delfinul cu omul.

Delfinul își petrece viața în apă, iar omul în aer. Apa este un mediu mult mai dens decît aerul. E nevoie de un efort mult mai susținut pentru a te deplasa cu o anumită viteză prin apă decît prin aer. (Oricine a încercat să fugă prin apă, știe foarte bine acest lucru.)

Pentru a se deplasa rapid prin apă, delfinii au evoluat pînă la o formă hidrodinamică foarte reușită. Omul, care se mișcă prin aer, nu a avut nevoie de caracteristici aerodinamice. Ființa umană, chiar dezvoltînd o formă foarte neregulată, este capabilă de mișcări rapide.

Acesta este motivul pentru care la om s-au putut dezvolta prelungiri complicate, spre deosebire de delfin. Profilul hidrodinamic al delfinului îi permite să aibă ca prelungiri manevrabile doar două înotătoare scurte și o coadă, utile numai pentru propulsie și ghidaj.

Pe scurt, oamenii, fiindcă trăiesc în aer, pot dezvolta mâini cu care să acționeze asupra mediului înconjurător. Delfinii, care trăiesc în apă, nu și-au putut dezvolta mâini.

Încă ceva. Focul pe care oamenii primitivi au învățat să-l folosească constă în radiație calorică și luminoasă provenită dintr-o reacție chimică cu degajare rapidă de energie. Cele mai obișnuite reacții chimice cu degajare mare de energie utilizabilă în acest domeniu sînt cele care rezultă din combinarea unor substanțe care conțin atomi de carbon, atomi de hidrogen, sau amîndouă („combustibil“) cu oxigenul din aer. Procesul se numește combustie. Focul nu poate exista sub apă întrucît acolo nu există oxigen liber, iar combustia nu poate avea loc.

De aceea, chiar dacă delfinii ar fi avut inteligența să conceptualizeze focul și să rezolve mental etapele necesare îmblînzirii și folosirii lui, ei nu ar fi reușit să pună în practică nimic din toate acestea.

După cum vedem, faptul că oamenii folosesc focul poate fi considerat un simplu efect accidental al vieții umane în aer, fără a fi neapărat o dovadă sigură de inteligență.

La urma urmei, delfinii, deși nu își pot influența mediul și nu sînt în stare să aprindă un foc pe care să-l folosească, au poate, în felul lor, o subtilă filozofie de viață. Poate că ei au ajuns mai degrabă decît noi la o imagine rațională a existenței. Poate că în schimbul lor de sentimente e mai multă bucurie și mai multă afecțiune și că înțeleg mai multe. Faptul că nu le înțelegem filozofia și modul de gîndire nu înseamnă că inteligența lor este mai prejos, ci, poate, că este doar o dovadă a inferiorității noastre.

Ei bine, poate !

De fapt însă, nu avem nici o dovadă privind filozofia de viață a delfinilor. Lipsa de dovezi poate fi greșeala noastră, dar nu putem face nimic în această privință. Fără dovezi nu putem construi un raționament util. Putem căuta dovezi în speranța că le vom găsi cîndva, dar pînă atunci e neîndoios că nu-l putem atribui delfinului o inteligență umană.

Mai mult decît atît, chiar dacă definiția dată de noi inteligenței umane pe baza focului este nedreaptă și pîrtinitoare într-un sistem abstract de valori, ea se va dovedi utilă și rezonabilă pentru scopurile acestei cărți. Focul

ne deschide un drum la capătul căruia începe căutarea inteligenței extraterestre ; fără foc, nu am fi detectat-o niciodată.

Inteligențele extraterestre pe care le căutăm trebuie să fi ajuns la folosirea focului (sau, ca să fim corecți, a unui echivalent al acestuia) cândva, în istoria lor, fiindcă, după cum vom vedea, altfel nu și-ar fi putut dezvolta calitățile care să le permită să fie detectate.

Civilizație

De când există viață, ființele vii au folosit energia chimică combinând lent anumite substanțe chimice cu oxigenul din celulele lor. Procesul este analog cu combustia, dar mult mai lent și mult mai fin controlat. Uneori este folosită energia disponibilă în corpurile ființelor dintr-o specie mai puternică, așa cum se întâmplă cu Remora când se agață de rechin sau cu omul când leagă boii la plug.

Sînt folosite uneori surse neanimate de energie ca atunci cînd vietățile se lasă purtate de vînt sau de curenții de apă. În aceste cazuri sursa neanimată de energie trebuie să fie acceptată în locul și în momentul în care se întâmplă să existe și în cantitatea disponibilă atunci și acolo.

Folosirea focului de către oameni a introdus o sursă neanimată de energie care era portativă și putea fi folosită oriunde era nevoie. Focul poate fi aprins sau stins după voie și poate fi întrebuințat cînd dorim. Poate fi făcut mic sau alimentat pînă devine mare și poate fi folosit în cantitățile dorite.

Folosirea focului le-a oferit oamenilor, adaptați evolutiv numai la o climă blîndă, posibilitatea să pătrundă în zonele temperate. Focul i-a ajutat să supraviețuiască nopților reci și iernilor lungi, i-a apărut de animalele de pradă, speriate de flăcări, i-a făcut să gătească carnea și cerealele, oferindu-le posibilitatea unui regim alimentar mai variat care micșora riscurile de infecții microbiene și de infestare cu paraziți.

Oamenii s-au înmulțit la număr, ceea ce însemna că mai multe minți puteau planifica progresele viitoare. Focul i-a făcut să nu-și mai ducă viața de la o zi la alta, dîndu-le mai mult timp de folosire a creierului pentru

rezolvarea unor probleme diferite de cele imediate și urgente.

Pe scurt, folosirea focului a declanșat o serie vertiginoasă de progrese tehnologice.

În urmă cu aproape 10 000 de ani, în Orientul Mijlociu s-a declanșat o serie de progrese cruciale. Printre acestea, dezvoltarea agriculturii, păstoritul, orașele, olăritul, metalurgia și scrisul. Ultimul pas, scrisul, s-a produs în Orientul Mijlociu, în urmă cu 5 000 de ani.

Acest ansamblu de modificări, întins pe o perioadă de 5 000 de ani, a produs ceea ce numim civilizație, termen pe care îl dăm unui mod de viață sedentară, unei societăți complexe în care oamenii se specializează în anumite domenii.

Desigur, și alte animale construiesc societăți complexe care pot fi compuse din diferite tipuri de indivizi specializați pentru diferite sarcini. Acest aspect este evident la insectele cu instinct social, precum albinele, furnicile și termitelile, la care indivizii, în anumite cazuri, sînt specializați fiziologic în așa măsură încît nu mai pot minca, ci trebuie să fie hrăniți de alții. Unele specii de furnici practică agricultura și cultivă mici ciupercării, în timp ce altele au turme de afide; alte furnici se războlesc cu specii mai mici, pe care le înrobesc. Fără îndoială, stupul de albine, mușuroiul de furnici sau colonia de termite au multe puncte comune cu așezările omenești.

Cele mai complexe societăți nonumane, cele ale insectelor, sînt rezultatul unei comportări instinctive ale cărei linii directoare sînt conținute în gene și în sistemul nervos al indivizilor încă de la naștere. Nici o societate nonumană nu folosește focul. Cu cîteva excepții nesemnificative, societățile de insecte trăiesc pe baza energiei produse de corpul insectei.

Așadar, ar fi mai corect să considerăm societățile umane ca fiind radical diferite de orice alte societăți și să atribuim ceea ce numim civilizație numai societăților umane.

O a treia serie de schimbări a început în urmă cu 200 de ani, odată cu apariția mașinii cu abur, care a deschis drumul unei revoluții industriale ce continuă și în prezent. În urmă cu vreo 20 de ani am început să folosim tipuri de energie care s-ar putea scurge în spațiu în cantități observabile. Noi am devenit detectabili.

Pe scurt, nu căutăm doar viața extraterestră. Nu căutăm nici doar inteligența extraterestră. Căutăm o civilizație extraterestră care dispune de suficientă energie de un tip destul de evoluat pentru a putea fi detectată la distanțe interstelare. Prin urmare, dacă nivelul de viață / inteligență / civilizație în vreo lume nu e detectabil, ei bine, atunci nu vom reuși să-l detectăm.

Și acum, se vede foarte bine că putem spune liniștiți că pe Pământ există doar o singură civilizație de felul celei pe care o căutăm, doar una, a noastră. După cîte știm, nu a existat nicicînd vreo altă civilizație de acest fel pe Pământ și de-abia acum cîțiva ani civilizația noastră a intrat în rîndul celor la care mă refer — civilizațiile detectabile.

Desigur, după ce am demonstrat că în rolul nostru de creatori de civilizație sîntem singuri pe Pământ, nu trebuie s-o luăm în tragic. Pămîntul nu mai este singura lume în conștiința ființelor omenеști. Nu trebuie decît să căutăm civilizații în altă parte, în alte lumi, și poate că atunci vom descoperi că de fapt nu sîntem singuri.

Capitolul 2

LUNA

Faze

Dacă ne închipuim pe noi înșine privind lumea înconjurătoare fără a ști nimic despre ea, e scuzabilă ideea că Pământul este singura lume. Ce i-a făcut oare pe oameni să creadă că mai există și alte lumi ?

Luna. Gândiți-vă...

Caracteristica predominantă a corpurilor cerești este strălucirea. Stelele sînt mici luminițe strălucitoare. Planetele sînt luminițe strălucitoare ceva mai vizibile. Soarele este un disc luminos strălucitor. Uneori meteoriții produc o efemeră linie de lumină. Și mai rare sînt cometele, pete ceșoase de lumină incertă.

Lumina face corpurile cerești să fie diferite de Pământ, care e întunecat și nu dă lumină.

Bineînțeles că lumina poate fi produsă pe Pământ sub forma focului, care este însă cu totul deosebit de luminile de pe cer. Focurile pămîntești trebuie să fie alimentate în permanență cu combustibil fiindcă altfel se sting, pe cînd luminile din cer sînt veșnice și neschimbate.

Filozoful grec Aristotel (384—322 î.e.n.) susținea că toate corpurile cerești sînt compuse dintr-o substanță numită eter, cu totul deosebită de elementele care compun Pământul. Cuvîntul *eter* provine dintr-un verb din limba greacă veche care înseamnă *a străluci*. Corpurile cerești străluceau, și Pământul nu ; cîtă vreme lucrurile stăteau așa, cel puțin în aparență, nu exista decît o singură lume, o lume solidă și întunecată, pe care viața putea exista, și multe obiecte strălucitoare, pe care viața nu putea exista.

Numai că mai există și Luna. Luna este singurul corp ceresc care își schimbă forma într-un ritm și după un tipar vizibile cu ochiul liber. Diversele forme ale Lunii (fazele ei) sînt parcă făcute să atragă atenția și, cu excepția succesiunii zilelor și nopților, au fost, probabil, primele modificări astronomice care au atras atenția oamenilor primitivi.

Luna trece prin tot ciclul ei de faze în aproximativ 29 de zile, o perioadă de timp foarte convenabilă. Pentru agricultorul și vînătorul preistoric ciclul anotimpurilor (anul) era extrem de important, numai că era greu să observi repetarea anotimpurilor o dată la 365 sau 366 de zile. Numărul era mult prea mare pentru a putea fi ușor urmărit. Să numeri 29 sau 30 de zile de la fiecare lună nouă pînă la următoarea, și apoi să numeri 12 sau 13 luni noi pentru fiecare an era mai simplu și mai practic. Alcătuirea unui calendar care să urmărească anotimpurile anului în raport cu fazele Lunii a fost rezultatul natural al celor mai timpurii observații astronomice.

Alexandr Marșak, în cartea sa *Rădăcinile civilizației*, publicată în 1972, aduce argumente convingătoare în favoarea ideii că oamenii primitivi, cu mult înainte de începuturile istoriei scrise, foloseau marcaje cu pietre reprezentînd un cod destinat să memoreze repetarea fazei de lună nouă. Gerald Hawkins, autorul cărții *Descifrarea Monumentului de la Stonehenge*, aduce argumente nu mai puțin convingătoare în privința caracterului de observator astronomic preistoric al monumentului de la Stonehenge, proiectat pentru a urmări faza de lună nouă și pentru a prezice eclipsele de Lună care coincideau cu luna plină. (Eclipsa de Lună era o înspăimîntătoare „moarte” a Lunii, după care oamenii aveau posibilitatea de a urmări anotimpurile. Posibilitatea de a prezice o eclipsă micșora spaima.)

Este foarte probabil că necesitatea practică de a stabili un calendar bazat pe fazele Lunii i-a dus pe oamenii primitivi la crearea astronomiei, de aici la observarea foarte atentă a fenomenelor naturii, în general, și de aici la progresul științei.

Faptul că schimbarea fazelor Lunii era utilă nu putea decît să întărească, după părerea mea, ideea existenței unei zeități binevoitoare care, din dragoste pentru oameni, a ordonat cerul potrivit unui calendar menit să conducă

omenirea spre cele mai bune metode de obținere a rezervelor de hrană.

Fiecare lună nouă era sărbătorită religios în multe dintre culturile primitive, grija păstrării calendarului ajungând în mâinile preoților. Chiar și cuvântul *calendar* provine din cuvântul latin care înseamnă *a proclama*, întrucât fiecare lună care începe odată cu venirea lunii noi era subiectul unei proclamații oficiale a preoților. Putem ajunge deci la concluzia că, în bună parte, dezvoltarea religiilor, credința într-un Dumnezeu care este mai degrabă un părinte binevoitor decât un tiran capricios, este legată de fața schimbătoare a Lunii.

Mai mult decât atât, faptul că studierea atentă a Lunii era atât de importantă în raport cu viața cotidiană a oamenilor nu putea decât să întărească ideea importanței altor corpuri cerești în această privință. Chipul Lunii a contribuit poate astfel la dezvoltarea astrologiei și a altor forme de misticism.

Pe lângă toate acestea (și e greu de crezut că este cazul să-i mai cerem Lunii și altceva, după ce a stimulat apariția științei, religiei și misticismului), Luna a dat naștere și conceptului de pluralitate a lumilor — ideea că Pământul este doar o lume printre multe altele.

Pe vremea când oamenii priveau Luna noapte de noapte pentru a-i urmări fazele, era ușor de crezut că ea își schimbă, la propriu, forma. Se năștea ca o seceră subțire, creștea pînă ajungea un disc de lumină, apoi scădea, devenind din nou o seceră, și murea. Fiecare lună nouă era, la propriu, o lună nouă, o *nouă* apariție.

S-a observat însă relativ repede că coarnele lunii noi sînt orientate *întotdeauna* în direcția opusă Soarelui. Era de ajuns pentru a se bănuî o legătură între Soare și fazele lunii. Odată apărută ideea legăturii, observațiile ulterioare aveau să arate că fazele erau legate de pozițiile relative ale Soarelui și Lunii. Luna era plină atunci cînd ea și Soarele erau diametral opuse pe cer. Luna era la jumătate atunci cînd ea și Soarele erau separate de numai 90 de grade. Luna era ca o seceră cînd se găsea aproape de Soare și așa mai departe.

A devenit evident faptul că dacă Luna ar fi o sferă la fel de întunecată ca Pământul și care strălucește doar reflectînd lumina Soarelui, fazele ei ar urma același ciclu ca acela observat în realitate. A apărut ideea, din ce

în ce mai răspîndită, că Luna este aproape sigur un corp la fel de întunecat ca Pămîntul, nu compus dintr-un strălucitor „eter“.

Altă lume

Dacă Luna ar fi ca Pămîntul, adică întunecată, nu ar putea fi ca Pămîntul și altfel ? Nu ar putea fi o altă lume ?

Încă din secolul al V-lea î.e.n. filozoful grec Anaxagoras (500—428 î.e.n.) susținea că Luna este o lume asemănătoare cu Pămîntul.

E acceptabil din punct de vedere intelectual să-ți imaginezi Universul ca fiind compus dintr-o singură lume, plus pete de lumină. Să-ți-l imaginezi ca fiind compus din două lumi, plus pete de lumină, e ceva mai greu. Dacă unul dintre corpurile cerești e o lume, de ce n-ar fi și celelalte ? Încetul cu încetul ideea pluralității lumilor s-a răspîndit. Tot mai mulți oameni au început să creadă că Universul conține mai multe lumi.

Dar nu lumi *pustii*. Aceasta era o idee care îi îngrozea pe oameni — presupunînd că le-ar fi trecut prin minte.

Singura lume pe care o cunoaștem, Pămîntul, e plină de viață, și e perfect normal să considerăm viața drept o caracteristică la fel de inevitabilă a lumilor ca soliditatea. Mai mult, dacă ne referim la un Pămînt creat de vreo zeitățe sau de zei, e perfect logic să credem că au mai fost create și alte lumi. Pare absurd să presupunem că ar fi putut fi creată o lume care să rămînă pustie. La ce bun să creezi lumi pustii ? Ce risipă !

Astfel, atunci cînd Anaxagoras a declarat că Luna seamănă cu Pămîntul, el și-a permis să presupună că este locuită. La fel au procedat și alți gînditori din antichitate, precum istoricul grec Plutarh (46—120 e.n.).

Ei bine, dacă o lume e locuită, e natural să presupunem că e locuită de creaturi inteligente, de obicei reprezentate cam ca oamenii. Să presupui că o lume poate fi populată doar de plante și animale neînzestrate cu rațiune ar părea, odată în plus, o risipă de neiertat.

Ciudat, se vorbea despre viață pe Lună chiar înainte de a recunoaște Luna drept o altă lume. Aceasta din cauză că Luna este singurul corp ceresc a cărui strălucire nu e uniformă. Lumina strălucitoare a Lunii e întreruptă de

pete întunecate, pete clar și spectaculos conturate pe chipul Lunii pline.

Observatorii obișnuiți și fără cunoștințe deosebite despre Lună s-au lăsat ispițiți de ideea interpretării petelor întunecate drept imagini. (De fapt, chiar și observatorii cultivați și informați din ziua de azi rezistă cu greu acestei ispite.)

Ținând seama de antropocentrismul înăscut al oamenilor, era inevitabilă interpretarea petelor ca reprezentare a unei ființe umane, și astfel a apărut legenda despre „omul din Lună“.

Fără-ndoială, această idee a încolțit încă în preistorie. În Evul Mediu s-au făcut încercări de învelire a vechilor idei în haina unei respectabilități biblice. De aceea, omul din Lună era considerat ca fiind reprezentarea omului menționat în Numerii (cap. 15, 32—36): „Cînd se aflau fiii lui Israel în pustiu, au găsit un om adunînd lemne în ziua odihnei... Atunci a zis Domnul către Moise: «Omul acesta să moară»... L-au scos deci toată obștea fiilor lui Israel afară din tabără și l-au ucis cu pietre...”

Nici vorbă de Lună în povestea biblică, dar a fost ușor de adăugat o altă poveste, și anume că, atunci cînd omul a refuzat să țină „duminică“ pe Pămînt (deși pentru israeliți ziua de odihnă cădea în ziua pe care noi o numim sîmbătă), judecătorii i-au spus: „Atunci ai să ții veșnic în ceruri ziua de luni (ziua Lunii)“.

Omul care se vede în Lună era reprezentat în Evul Mediu cărînd crengi cu spini și un felinar, fiindcă se presupune că lucra noaptea la strînsul crengilor, sperînd să nu-l vadă nimeni; din cine știe ce motive, acest om era însoțit de un cîine. Omul din Lună, cu toate elementele sale de recuzită, este eroul unei piese prezentate de Bottom și de alți indivizi de teapa lui în piesa lui William Shakespeare *Visul unei nopți de vară*.

Desigur, omul din Lună apărea ca singurul locatar al lumii sale, întrucît petele se întindeau pe întreaga față a Lunii, iar Luna părea destul de mică.

Astronomul grec Hiparh (190—120 î.e.n.) a reușit primul să calculeze dimensiunile Lunii în raport cu Pămîntul, ajungînd, cu ajutorul unor metode matematice adecvate, la un rezultat relativ corect. Luna este un corp ceresc cu un diametru de patru ori mai mic decît cel al Pămîntului. Ea nu este deci de dimensiunile omului-din-

Lună. Ea este o lume nu numai fiindcă este compusă dintr-o materie de culoare închisă, ci și ca mărime.

Mai mult decît atît, Hiparh a calculat distanța pînă la Lună. Această distanță este de 60 de ori mai mare de la suprafața Pămîntului pînă la Lună decît distanța dintre suprafața Pămîntului și centrul lui.

În termeni moderni Luna se află la 381 000 km depărtare de Pămînt și are un diametru de 3 470 km.

Grecii știau prea bine că Luna este cel mai apropiat corp ceresc și că toate celelalte astre se află mult mai departe. Dacă sînt atît de departe, și totuși vizibile, ele trebuie să aibă mărimea unor lumi.

Conceptul de pluralitate a lumilor a coborît de pe culmile speculației filozofice la nivelul literaturii odată cu prima descriere a unei călătorii interplanetare, foarte asemănătoare cu proza științifico-fantastică modernă.

În jurul anului 165 e.n. un scriitor grec numit Lucian din Samosata a scris *O istorie adevărată*, descrierea unei călătorii pe Lună. În acea carte eroul este purtat spre Lună de un uragan. El găsește Luna luminoasă și strălucitoare, iar în depărtare poate vedea alte lumi luminoase. Privind în jos, vede o lume care este, cu siguranță, propria sa lume, Pămîntul.

Universul lui Lucian rămăsese în urma cunoașterii științifice a epocii sale, întrucît el atribuie Lunii o strălucire proprie și îngrămădește la un loc toate corpurile cerești. Lucian presupunea și că aerul umple întreg spațiul și că, oriunde te-ai afla, noțiunile de „sus” și „jos” rămîn neschimbate. Deocamdată nu existau motive de îndoială în această privință.

Toate lumile din universul lui Lucian erau locuite și el considera că peste tot se găsesc inteligențe extraterestre. Regele Lunii era Endymion, care se războia cu regele Soarelui, Phaethon. (Acele nume proveneau din mitologia greacă, unde Endymion era un tînăr iubit de zeița Lunii, iar Phaethon era fiul zeului Soarelui.) Ființele de pe Lună și cele din Soare aveau înfățișare, instituții și chiar apucături umane, întrucît Endymion și Phaethon erau angajați într-un război pentru colonizarea planetei Jupiter.

A fost nevoie însă să treacă aproape 1300 de ani pînă cînd tema Lunii să fie reluată de un mare scriitor. Evenimentul a avut loc în 1532 în poemul epic *Orlando furioso*, aparținînd poetului italian Lodovico Ariosto (1474—1533). În acest poem, unul dintre personaje călătorește spre

Lună în carul de foc care îl purtase într-un vârtej la cer pe prorocul Ilie. Personajul nostru găsește pe Lună o populație civilizată.

Ideea pluralității lumilor a primit un nou impuls odată cu inventarea telescopului. În anul 1609, savantul italian Galileo Galilei (1564—1642) a construit un telescop, pe care l-a îndreptat spre Lună. Pentru prima oară, Luna era adusă mai aproape, devenind vizibile detalii inaccesibile până atunci privirii omenеști.

Galilei a văzut pe Lună lanțuri muntoase și, după părerea lui, chiar cratere vulcanice. Și zone netede și întunecate care păreau mări. Într-un cuvînt, vedea o altă lume.

Toate acestea au stimulat producția ulterioară de zboruri imaginare spre Lună. Primul dintre ele îi aparține lui Johannes Kepler (1571—1630), un astronom de mîna întii¹, și a fost publicat postum în 1633. Se numește *Somnium*, fiindcă eroul ajunge pe Lună în vis.

Cartea este remarcabilă întrucît este prima care ia în considerare datele cunoscute despre Lună, care pînă atunci fusese tratată întocmai ca o regiune a Pămîntului. Kepler știa că pe Lună zilele și nopțile țin cît 14 zile terestre. Totuși, pentru el, pe Lună exista aer, apă și chiar viață; nu se știa încă nimic care să infirme aceste presupuneri.

În anul 1638 a fost publicată prima povestire științifico-fantastică pe tema unui zbor în Lună, scrisă în limba engleză. E vorba de *Omul din Lună*, al cărei autor este episcopul englez Francis Godwin (1562—1633). Și aceasta a fost publicată postum.

Cartea lui Godwin are o deosebită importanță și ocupă un loc aparte în literatura timpurie a genului întrucît a inspirat un mare număr de imitații. Eroul cărții este transportat în Lună de o caleașcă trasă de un stol de gîște (care făceau această călătorie în cadrul unor migrații regulate spre Lună). Și aici, Luna era populată de ființe inteligente, cu aspect uman.

Chiar în anul publicării cărții lui Godwin, un alt episcop englez, John Wilkins (1614—1672), cumnat cu Oliver Cromwell, a produs o operă asemănătoare, care nu aparținea de domeniul ficțiunii. În cartea sa, *Descoperirea unei Lumi pe Lună*, el face speculații privind posibilitatea colonizării astrului nopții. Dar, în timp ce eroul

¹ A fost prima povestire științifico-fantastică scrisă de un om de știință de meserie, dar în nici un caz ultima.

lui Godwin era spaniol (spaniolii fuseseră marii exploratori ai secolului precedent), Wilkins era sigur că primul om care va ajunge pe Lună va fi un englez. Într-un fel Wilkins a avut dreptate, întrucît primul om care a ajuns pe Lună era englez la origine.

Wilkins mai presupunea că există aer pe tot drumul spre Lună, și chiar în întreg Universul. Nu se înțelegea, nici măcar în 1638, că un asemenea fapt ar face imposibilă existența unor corpuri cerești situate la distanță unele de altele. Dacă Luna s-ar învîrți în jurul Pămîntului printr-un ocean infinit de aer, rezistența aerului i-ar fi înecătinat treptat mișcarea și în cele din urmă ar fi făcut-o să se prăbușească, în bucăți, pe Pămînt, care, la rîndul lui, s-ar fi prăbușit în Soare și așa mai departe.

Lipsa de apă

Noțiunea de aer universal nu a supraviețuit multă vreme. În anul 1643, fizicianul italian Evangelista Torricelli (1608—1647), unul dintre elevii lui Galilei, a reușit să echilibreze greutatea atmosferei în raport cu o coloană de mercur, inventînd barometrul. S-a constatat, după greutatea coloanei de mercur care echilibra presiunea aerului, că atmosfera s-ar întinde numai pînă la 8 km înălțime dacă ar avea o densitate uniformă. Iar dacă densitatea scade odată cu creșterea înălțimii, ceea ce se și întîmplă de fapt, atunci doar cu puțin mai sus atmosfera ar fi prea rarefiată pentru a mai permite supraviețuirea.

Pentru prima oară devenea foarte clar faptul că aerul nu umple Universul, ci este un fenomen pur local, terestru. Spațiul dintre corpurile cerești era gol, un „vacuum“, ceea ce a constituit, într-un fel, descoperirea spațiului cosmic.

Fără aer, oamenii nu puteau călători spre Lună nici duși de furtuni sau de calești trase de gîște, nici folosind vreuna din metodele obișnuite, adecvate traversării unui spațiu aerian.

De fapt, singurul mod de a traversa hăul dintre Pămînt și Lună consta în folosirea rachetelor, fapt menționat pentru prima oară în 1657 de nimeni altul decît de scriitorul și duelistul francez Savinien de Cyrano de Bergerac (1619—1655). Cyrano, în cartea sa *Călătorii spre*

Lună și spre Soare, înșiră șapte moduri diferite în care un om poate călători de la Pământ la Lună, unul dintre acestea fiind folosirea rachetelor. Eroul său însă a efectuat călătoria printr-o altă (vai !, total lipsită de valoare) metodă.

În tot decursul secolului al XVII-lea, pe măsură ce telescoapele deveneau mai bune, se continua și observarea Lunii ; astronomii au început să-și dea seama de unele particularități ale satelitului nostru.

Imaginea Lunii era, se pare, mereu clară și neschimbătoare. Suprafața ei nu era niciodată întunecată de nori sau de ceață. Terminatorul — adică linia de despărțire dintre emisfera luminată și cea întunecată — era întotdeauna foarte bine definit, și niciodată vag, așa cum s-ar întâmpla dacă lumina ar fi refractată printr-o atmosferă, ceea ce ar fi însemnat că pe Lună există un echivalent al amurgului terestru.

Mai mult, când globul Lunii se apropia de o stea, steaua rămânea perfect strălucitoare până când era atinsă de suprafața Lunii și apoi dispărea într-o clipă. Ea nu-și pierdea treptat strălucirea, așa cum s-ar fi întâmplat în cazul în care atmosfera Lunii ar fi ajuns la ea înainte de suprafața Lunii, dacă lumina stelei ar fi trebuit să pătrundă prin straturi din ce în ce mai dense de aer.

Pe scurt, s-a dovedit că Luna este o lume fără aer. Și fără apă, totodată, întrucât o examinare mai atentă a arătat că „mările“ întunecate văzute de Galilei erau presărate cu cratere. Ele erau, poate, mări de nisip, în nici un caz de apă.

Fără apă era greu de crezut că există viață pe Lună.

Pentru prima oară oamenii au fost nevoiți să înțeleagă că poate exista și o lume moartă, o lume lipsită de viață.

Să nu ne pripim însă. Putem fi siguri că o lume fără aer și fără apă este lipsită de viață ?

Să începem prin a studia viața pe Pământ. Desigur, ea dovedește o profundă variabilitate și adaptabilitate. Există viață în adâncurile oceanului și la suprafața lui, în apa dulce și pe uscat, sub pământ, în aer și chiar în deșerturi și în zonele înghețului veșnic.

Există chiar forme de viață microscopice care nu folosesc oxigen, pentru unele dintre ele oxigenul fiind ucigător. Pentru aceste ființe, lipsa de aer nu este o problemă. (Din cauza lor alimentele conservate în vid

trebuie încălzite înainte de folosire. Unii microbi foarte periculoși, inclusiv cei care produc botulismul, se descurcă foarte bine în vid.)

În aceste condiții, să fie oare greu de imaginat forme de viață care se descurcă fără apă ?

Da, este foarte greu. Nu există nici o viețuitoare terestră care să poată trăi fără apă. Viața s-a dezvoltat în ocean, iar fluidele din interiorul celulelor oricărui organism (inclusiv cele care trăiesc azi în apă dulce sau pe uscat, și care ar muri în apa mării) sînt în esență o formă de apă oceanică.

Chiar formele de viață din cel mai uscat deșert nu au evoluat independent de apă și nu se pot lipsi de ea. Unele dintre ele nu beau niciodată apă, dar obțin lichidul în alte moduri — de exemplu din fluidele alimentelor consumate —, lichid pe care îl păstrează cu multă grijă.

Unele bacterii pot să supraviețuiască deshidratării și să trăiască așa, sub formă de spori, oricîtă vreme. Dar membrana sporului protejează de fapt fluidul din interiorul celulei bacteriene. Deshidratarea totală ar ucide o bacterie la fel de repede ca pe om.

Virusii își păstrează potențialul de viață chiar atunci cînd cristalizează în absența apei. Numai că nu se pot înmulți decît în interiorul unei celule și au nevoie de mediul fluid al celulei pentru a suferi vreo transformare.

Da, dar toate acestea se referă la viața de pe Pămînt, care s-a dezvoltat în ocean. Oare într-o lume lipsită de apă n-ar putea să apară un soi de viață fundamental diferită care să nu depindă de apă ?

Să ne gîndim puțin :

Pe suprafața planetelor (singura formă de viață pe care o cunoaștem s-a dezvoltat pe una dintre planete), materia poate exista în trei stări : solidă, lichidă și gazoasă.

În gaze, moleculele componente sînt separate de distanțe relativ mari și se mișcă la întîmplare. Din acest motiv amestecurile de gaze sînt întotdeauna omogene, adică componentele sînt bine amestecate. Orice reacție chimică care se petrece într-un loc anume se poate petrece în oricare alt loc, drept care se propagă dintr-o parte a sistemului în alta cu o iuțeală de-a dreptul explozivă. E greu de înțeles cum s-ar putea desfășura într-un gaz reacțiile chimice, strict controlate și reglate, care par

esențiale pentru sistemele vii, atât de complicate și cu un echilibru atât de delicat.

Încă ceva, moleculele care compun gazele sînt, de obicei, foarte simple. Moleculele complicate pe care le presupunem necesare vieții (dacă avem de gînd să vedem schimbările variate, adaptative și subtile care trebuie să caracterizeze în orice caz ceva atât de variat, adaptabil și subtil ca viața) există în condiții obișnuite doar în stare solidă.

Unele substanțe solide pot fi transformate în gaze prin încălzire sau prin efectul unor presiuni foarte scăzute. Complicatele molecule caracteristice vieții s-ar rupe în fragmente mici la încălzire și ar deveni inoperante. Supuse unei presiuni zero constante, moleculele complicate vor produce doar cantități nesemnificative de vaporii.

Tragem, deci, concluzia că nu poate exista viață în stare gazoasă.

În solide, moleculele componente se află într-un contact virtual și pot exista chiar sub cele mai complicate forme. Mai mult decît atât, solidele pot fi, și de obicei sînt, eterogene; aceasta înseamnă că structura chimică a unei zone poate fi total diferită de structura chimică a altei zone. Cu alte cuvinte, reacții chimice diferite se pot desfășura în locuri diferite, în ritmuri diferite și în condiții diferite.

Toate bune pînă aici, dar partea proastă e că moleculele din solide sînt mai mult sau mai puțin imobile, iar reacțiile chimice se vor desfășura prea încet pentru a produce delicatele modificări pe care le asociem cu viața. Tragem, deci, concluzia că nu poate exista viață în stare solidă.

În lichide, moleculele componente sînt în contact virtual și există posibilitatea eterogenității, ca în cazul solidelor. Componentele moleculare se pot mișca liber, iar reacțiile chimice se pot desfășura rapid, ca în cazul gazelor. Mai mult, și substanțele solide, și cele gazoase se pot dizolva în lichide, ajungîndu-se la sisteme extrem de complicate în care versalitatea reacțiilor chimice este nelimitată.

Pe scurt, chimia pe care o asociem cu viața pare să fie posibilă numai într-un mediu lichid. În cazul Pămîntului, acest lichid este apa, și vom avea ceva de spus în legătură cu posibilitatea existenței unui înlocuitor al apei mai spre sfîrșitul cărții.

O lume fără apă (și fără vreun alt lichid care s-o înlocuiască) pare deci incapabilă să găzduiască viața.

Dar dacă am eu vederi prea înguste ?

De ce nu ar putea o viață cu proprietăți fizice și chimice total diferite de cele ale vieții terestre să se dezvolte și chiar să evolueze pînă la inteligență ? De ce nu ar putea exista o formă de viață solidă, foarte lentă (prea lentă poate pentru a o putea recunoaște drept viață) pe Lună sau, la urma urmei, chiar pe Pămînt ? De ce nu ar putea exista o formă de viață gazoasă, foarte rapidă și efemeră, explodînd la propriu de gînduri și trăind vieți întregi în fracțiuni de secundă, pe Soare, de exemplu ?

Există speculații pe aceste teme. S-au scris povestiri științifico-fantastice care postulau forme de viață cît se poate de stranii. Pămîntul însuși a fost privit drept ființă vie, ca și galaxii întregi sau norii de praf și gaze aflați în spațiul interstelar. S-a scris despre o viață constînd din pură radiație și energie și s-a mai scris despre o viață care ar exista complet în afara Universului nostru și care, ca atare, nu poate fi descrisă.

Nu există o limită a speculațiilor în acest domeniu, numai că, din lipsă de dovezi, ele nu pot rămîne decît simple speculații. Am de gînd însă, în această carte, să mă îndrept doar în acele direcții în care există dovezi care să mă călăuzească. Poate că dovezile vor fi inconsistente și incomplete, poate că voi ajunge la concluzii șubrede, dar singurul lucru pe care nu am de gînd să-l fac este să calc peste hotarul dovezilor.

Deci, *pînă la proba contrarie*, trebuie să trag concluzia că, pe baza cunoștințelor noastre despre viață (limitate, recunosc), o lume fără lichide e o lume fără viață. Și, întrucît Luna pare să fie o lume fără lichide, Luna pare să fie o lume fără de viață.

Am putea fi deci ceva mai prudenți spunînd că o lume fără lichide este o lume fără viață-asa-cum-o-știm-noi. Ar fi sîciitor să repetăm la nesfîrșit această expresie, de aceea am s-o spun doar din cînd în cînd, ca să fiu sigur că nu o uitați. Pînă una-alta, vă rog să considerați de la sine înțeles că în această carte, ori de cîte ori vorbesc despre viață, vorbesc despre viață-asa-cum-o-cunoaștem-noi. Vă rog, de asemenea, să rețineți faptul că nu există nici un fel de dovadă, oricît de vagă sau indirectă, în favoarea existenței unei vieți-nu-asa-cum-o-cunoaștem-noi.

Poate că și în acest caz tragem concluzii pripite. Astronomii care au folosit primele telescoape au văzut prea bine că nu există apă pe Lună în sensul că nu există mări, lacuri mari sau fluvii impunătoare. Odată cu perfecționarea telescoapelor nu s-a ivit nici un semn al prezenței „apei libere” pe suprafața Lunii.

Dar n-ar putea exista apă, în cantități mici, în bălți sau mlaștini adăpostite de cratere, în râuri și pânze aflate sub scoarța globului lunar sau, cine știe, în combinații chimice instabile cu moleculele din care este compusă suprafața solidă a Lunii ?

O astfel de apă n-ar putea fi observată prin telescop, dar ar putea exista în cantități suficiente pentru a găzdui viața.

Da, s-ar putea — dar dacă viața a apărut prin intermediul unor reacții chimice întâmplătoare (vom discuta asta într-un capitol ulterior), atunci cu cât ar fi mai mare volumul în care se petrec aceste procese, cu atât ar fi mai mare șansa lor de a produce în cele din urmă ceva atât de complicat ca viața. Și încă ceva, cu cât ar fi mai mare volumul în care se desfășoară procesul, cu atât ar fi mai mult loc pentru risipa de moarte și înlocuire care este motorul procesului aleatoriu al evoluției.

Acolo unde există doar cantități mici de apă, apariția vieții pare foarte puțin plauzibilă, și, chiar dacă apare, evoluția ei va fi foarte lentă. Pur și simplu sînt depășite limitele probabilității în ceea ce privește timpul și posibilitatea apariției și înfloririi unei forme de viață complexe, dar nu una suficient de complexă pentru a ajunge la inteligență și la civilizație tehnologică.

În consecință, chiar dacă admitem prezența apei în cantități invizibile prin telescop, putem postula în cel mai bun caz forme de viață foarte simple. Nu ne putem imagina în nici un caz Luna ca fiind locuința unei inteligențe extraterestre, dacă presupunem că a fost dintotdeauna așa cum este astăzi.

Farse lunare

Îmi permit să repet că *nu* conceptul de inteligență extraterestră e greu de înțeles. Conceptul diametral opus este cel care întâmpină rezistență. Mărturiile telescopice

(în cazul Lunii) fiind total nefavorabile, ele nu au putut încuraja imaginarea unor lumi moarte.

În 1686 scriitorul francez Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657—1757) a scris *Convorbiri despre pluralitatea lumilor* în care face încântătoare speculații asupra existenței vieții pe planetele cunoscute pe atunci, de la Mercur la Saturn.

Deși existența vieții pe Lună era pusă la îndoială încă de pe vremea lui Fontenelle, iar îndoielile au crescut cu timpul, s-a dovedit că nu e prea greu să păcălești publicul cu povești referitoare la forme de viață inteligentă pe Lună, pînă prin 1835. Acesta a fost anul „farsei lunare“.

Farsa s-a desfășurat în paginile unui ziar abia înființat, *The New York Sun*, dornic să atragă atenția și să cîștige cititori. Ziarul l-a angajat pe Richard Adams Locke (1800—1871), care sosise din Anglia sa natală în Statele Unite doar cu trei ani înainte, ca autor de eseuri.

Locke era interesat de posibilitatea existenței vieții în alte lumi și chiar comisese cîteva proze științifico-fantastice pe această temă. Astfel i-a venit ideea să scrie pentru ziar povestiri științifico-fantastice, fără să precizeze însă acest lucru.

A ales ca subiect expediția astronomului englez John Herschel (1792—1871). Herschel plecase la Capetown, în Africa de Sud, pentru a studia cerul emisferei australe.

Herschel își luase cu el telescoape destul de bune, dar nu cele mai bune din lume. Valoarea lor consta în faptul că, întrucît toți astronomii și toate observatoarele astronomice din acea vreme se aflau în emisfera nordică, regiunile din apropierea Polului Sud Ceresc nu fuseseră studiate mai de loc. Deci aproape orice telescop ar fi fost bun.

Locke a știut prea bine să exploateze situația. Începînd cu ediția din ziua de 25 august 1835 a ziarului *Sun*, Locke a descris în detaliu tot felul de descoperiri nemai-pomenite realizate de Herschel cu ajutorul unui telescop care (susținea Locke) era capabil de asemenea măriri încît putea depista pe suprafața Lunii obiecte cu un diametru de numai 50 de centimetri.

În al doilea episod al foiletonului a fost descrisă suprafața Lunii. Se spunea că Herschel a văzut flori asemănătoare cu macii și arbori precum tisa sau bradul. Era descris un lac imens cu ape albastre și valuri înspumate,

ca și tot felul de animale mari care semănau cu bizonii și inorogii.

O idee inteligentă a fost descrierea unei excrescențe carnoase pe fruntea unor vietăți asemănătoare cu bizonii, excrescență care putea fi ridicată sau coborâtă pentru a apăra animalul de „variațiile mari de lumină și întuneric la care sînt supuși periodic toți locuitorii părții vizibile a Lunii“.

În cele din urmă au fost descrise ființe cu înfățișare umană, care aveau însă aripi. Ele păreau să discute între ele : „gesturile lor, și mai cu seamă mișcările variate ale mîinilor și brațelor, dădeau impresia că erau pasionate și emfactice. De aici am dedus că avem de-a face cu ființe raționale“.

Astronomii și-au dat seama cu ușurință că povestea era bună doar de adormit copiii, nu de alta, dar pe atunci nu exista (cum nu există nici astăzi) vreun telescop cu care să se poată vedea asemenea detalii de pe Pămînt, iar toate lucrurile scrise contraziceau evident cunoștințele privind suprafața Lunii și proprietățile acesteia.

Farsa a fost dată în vileag destul de repede, dar, între timp, numărul de cititori ai ziarului *Sun* a crescut vertiginos, ajungînd, pentru puțină vreme, la un adevărat record mondial. Mii și mii de oameni s-au lăsat păcăliți și așteptau nerăbdători noi false informații, dovedind astfel dorința oamenilor de a crede în inteligența extraterestră, de a crede chiar în orice descoperire (sau presupusă descoperire) spectaculoasă care pare să vină împotriva convingerilor raționale, realiste, dar lipsite de dramatism ale științei.

Cu cît caracterul inert, lipsit de viață, al Lunii devenea mai evident, cu atît mai vie rămînea speranța că Luna reprezintă un caz neobișnuit și izolat, că alte lumi din sistemul solar ar putea fi locuite.

Atunci cînd matematicianul englez William Whewell (1794—1866) a susținut în cartea sa, *Pluralitatea lumilor*, că unele planete nu pot adăposti viața, el se făcea purtătorul de cuvînt al unei opinii minoritare. În 1862 tînărul astronom francez Camille Flammarion (1842—1925) a adoptat o opinie contrară în cartea sa *Despre pluralitatea lumilor locuibile*, care s-a dovedit a fi mult mai populară.

La puțină vreme însă după apariția cărții lui Flammarrion, un nou progres al științei l-a readus pe Whewell în postura de favorit.

Lipsa de aer

Lucrînd independent unul de celălalt, matematicianul scoțian James Clerk Maxwell (1831—1879) și fizicianul austriac Ludwig Boltzmann (1844—1906) au formulat, în jurul anilor '60, ceea ce se numește astăzi teoria cinetică a gazelor.

Această teorie privește gazele drept mulțimi de molecule aflate la mari distanțe, mișcîndu-se la întîmplare, cu viteze dintre cele mai diferite. Comportarea observată a gazelor la variații de temperatură și presiune putea fi dedusă cu ajutorul acestor postulate.

Printre altele, teoria avea să arate că viteza medie a moleculelor este direct proporțională cu temperatura absolută și invers proporțională cu rădăcina pătrată a masei moleculare.

O parte a moleculelor oricărui gaz se deplasează cu o viteză mai mare decît media caracteristică temperaturii și poate depăși viteza necesară învingerii atracției gravitaționale a planetei pe care se află. Orice se deplasează cu o viteză mai mare decît această viteză de evadare, fie că este o navă cosmică, fie că este o moleculă, se poate îndepărta pentru totdeauna de planeta de origine, presupunînd că nu se ciocnește cu altceva.

În condiții obișnuite, doar o foarte mică parte a moleculelor din atmosferă poate atinge viteza menționată, păstrînd-o, cu toate inevitabilele ciocniri, pînă cînd ajunge la asemenea altitudini încît se poate îndepărta în continuare, evitînd noi coliziuni — putem spune că atmosfera se scurge în spațiu într-un ritm cît se poate de lent, aproape imperceptibil. Astfel, Pămîntul, planetă în cazul căreia viteza de evadare este de 11,3 km/secundă, își păstrează cu succes atmosfera din care nu va pierde mai nimic în următoarele miliarde de ani.

Dacă însă temperatura medie a Pămîntului ar fi mult mai ridicată, viteza medie a moleculelor din atmosfera sa ar crește proporțional, mărindu-se astfel numărul de

molecule care depășesc viteza de evadare gravitațională. Atmosfera s-ar pierde mult mai repede. Dacă temperatura ar fi destul de ridicată, Pământul și-ar pierde relativ repede atmosfera și ar deveni un glob lipsit de aer.

Să ne ocupăm acum de hidrogen și de heliu, gaze compuse din particule mult mai puțin masive decât cele care constituie oxigenul și azotul din atmosfera noastră. Molecula de oxigen (compusă din doi atomi de oxigen) are o masă de 32 de unități atomice, iar molecula de azot (compusă din doi atomi de azot) are masa 28. În schimb, molecula de hidrogen (compusă din doi atomi de hidrogen) are masa 2, iar atomii de heliu (care există izolați) au masa 4.

La o temperatură dată, particulele ușoare se mișcă mult mai rapid decât cele grele. Un atom de heliu se va deplasa de trei ori mai repede decât moleculele mai grele și implicit mai lente din atmosfera noastră, iar o moleculă de hidrogen va avea o viteză de patru ori mai mare. În consecință, numărul de atomi de heliu și de molecule de hidrogen care vor depăși viteza de evadare este mult mai mare decât în cazul oxigenului și azotului.

De aici rezultă că gravitația terestră, suficient de intensă pentru a reține la infinit moleculele de oxigen și azot din atmosferă, ar pierde foarte repede cantitățile de hidrogen și heliu aflate în sfera sa de acțiune; acestea s-ar scurge în spațiul cosmic. Dacă Pământul s-ar forma în condițiile actuale de temperatură și ar fi înconjurat de nori cosmici de hidrogen și heliu, câmpul său gravitațional nu ar fi destul de puternic pentru a putea să rețină aceste molecule și atomi, caracterizați de dimensiunile lor reduse și de o remarcabilă sprinteneală.

Acesta este motivul pentru care atmosfera Pământului nu conține decât urme de hidrogen și heliu, deși aceste două gaze constituiau cea mai mare parte a norului de materie din care s-a format sistemul solar.

Masa Lunii, în raport cu cea a Pământului, poate fi exprimată prin fracția $1/81$. Fiind un corp ceresc mai mic decât Pământul, suprafața ei se află mai aproape de propriul ei centru, astfel încât câmpul gravitațional are la suprafață o intensitate ceva mai mare decât ne-am așteptat în cazul masei menționate. Atracția gravitațională a Lunii, la suprafață, reprezintă $1/6$ din atracția gravitațională prezentă pe suprafața Pământului.

Aceste date sînt reflectate, bineînțeles, de viteza de evadare gravitațională. În cazul Lunii, aceasta are valoarea de numai 2,37 km/sec. Pe Pămînt doar o parte infimă din numărul total de molecule al unui gaz anume poate depăși viteza de evadare. În cazul Lunii, o bună parte a moleculelor aceluiasi gaz poate depăși viteza de evadare gravitațională, mult mai redusă.

Încă ceva, din cauză că rotația Lunii în jurul propriei sale axe este atît de lentă încît Soarele rămîne pe cerul ei deasupra unui punct anume de suprafață timp de cîte două săptămîni, temperatura din timpul zilei lunare ajunge la valori mult superioare celor de pe Pămînt. Astfel, crește și numărul de molecule care ajung la viteze superioare celei de evadare.

Ca rezultat, Luna nu are atmosferă. Desigur, chiar și gravitația modestă a Lunii poate reține unele gaze, cu condiția ca atomii sau moleculele acestora să fie destul de grele. Atomii gazului kripton, de exemplu, au masa 83,8, iar atomii gazului xenon, 131,3. Cîmpul gravitațional al Lunii i-ar putea reține cu ușurință, numai că aceste gaze sînt atît de rare în întregul Univers, încît, chiar dacă ar exista pe Lună, constituindu-i atmosfera, aceasta ar avea o densitate de un trilion de ori mai mică decît a atmosferei terestre, în cel mai bun caz, și ar putea fi descrisă drept o „urmă de atmosferă“.

De aceea, putem spune liniștiți că, din punctul de vedere al problemei vieții extraterestre, o asemenea atmosferă nu are nici o importanță, iar Luna poate fi descrisă drept lipsită de atmosferă.

Toate acestea au mare importanță în problema lichidului numit apă. Apa este „volatilă“, ceea ce înseamnă că are tendința de a se evapora, de a se transforma într-un gaz. La o anumită temperatură, fenomenul se desfășoară în sens contrar — vaporii gazoși de apă se condensează și redevin lichid. La orice temperatură dată, apa în stare lichidă are toate șansele să se mențină într-o stare de echilibru în raport cu o anumită presiune a vaporilor de apă, cu condiția ca aceștia să nu fie alungați de vînt, de exemplu.

Dacă vaporii de apă sînt eliminați din sistem, echilibrul presiunii nu se poate menține și din ce în ce mai multă apă lichidă se evaporă, pînă cînd dispare întreaga cantitate. Știm cu toții foarte bine cum dispare apa de ploaie,

în relativ puțină vreme. Cu cât temperatura este mai ridicată, cu atât se produce mai repede evaporarea.

Bineînțeles că vaporii de apă nu se pierd în întregime. În cazul în care condensarea nu se produce într-un loc anume, ea se va petrece în altă parte, sub formă de rouă, ceață, ploaie sau zăpadă; astfel, Pământul își păstrează apa.

Dacă ar exista apă în stare lichidă pe Lună, vaporii de apă formați s-ar scurge în spațiu, întrucât masa moleculei de apă are valoarea 18 și câmpul gravitațional al Lunii nu ar putea-o reține. Apa lichidă și-ar continua evaporarea și în cele din urmă Luna s-ar usca cu totul. Absența aerului pe Lună exclude posibilitatea existenței unei presiuni atmosferice care să încetinească ritmul evaporării; chiar dacă ar fi existat apă, ea s-ar fi pierdut foarte repede.

În concluzie, pe Lună *nu poate* exista nici apă și nici aer. Ba, mai mult, o lume fără aer este cu siguranță o lume fără viață — nu fiindcă aerul ar fi absolut necesar vieții, ci fiindcă o lume fără aer este o lume fără apă, iar apa este absolut necesară.

Totuși teoria cinetică a gazelor mai lasă unele lucruri neexplicate. Rămîne posibilitatea să existe mici cantități de apă și chiar de aer în subsolul lunar sau în combinații chimice cu moleculele din sol. În acest caz, moleculele mici ar fi reținute de alte forțe decît cea a gravitației — de bariere fizice sau de legături chimice.

Poate că a existat o vreme, cîndva, în istoria Lunii, cînd aceasta avea o atmosferă și un ocean, *mai înainte* de a le fi pierdut pe amîndouă în spațiu. Poate că în acele vremuri s-a dezvoltat o viață, poate chiar o viață inteligentă care s-ar fi putut adapta biologic sau tehnologic la pierderea treptată a aerului și apei. Reprezentanții acestei vieți ar putea trăi în cavernele Lunii, folosind rezervoare etanșizate de aer și apă.

În anul 1901 scriitorul englez H. G. Wells (1866—1946) îi făcea pe eroii cărții sale *Primii oameni în Lună* să descopere o rasă de ființe lunare inteligente, asemănătoare cu insectele ca structură fizică și strictă specializare și trăind sub solul lunar.

Nici măcar această ipoteză nu pare plauzibilă, deoarece calculele ne arată că Luna și-ar fi pierdut aerul și apa (dacă le-ar fi avut) foarte repede. Sigur că le-ar fi reținut timp de multe vieți de om și că, dacă dumneavoastră și cu

mine am fi trăit pe Lună pe vremea cînd aceasta mai avea atmosferă și ocean, am fi putut duce o viață normală. Numai că atmosfera și oceanul nu ar fi durat destulă vreme pentru a permite dezvoltarea vieții și evoluția inteligenței. Nici pe departe.

Se pare că am aflat răspunsul definitiv. În ziua de 20 iulie 1969, primii astronauți au debarcat pe Lună. Și atunci, și în expedițiile ulterioare, s-au recoltat mostre de rocă de pe suprafața lunară. Toate cercetările par să arate că Luna este total aridă, că nu există nici urmă de apă și că nu a existat niciodată.

Luna pare să fie, fără nici o îndoială, o lume moartă.

Capitolul 3

SISTEMUL SOLAR INTERIOR

Lumi apropiate

Din clipa în care Galilei a început să privească cerul prin telescop, el a putut observa că diferitele planete devin vizibile ca mici discuri. Ele păreau simple puncte luminoase, atunci când erau văzute cu ochiul liber, fiindcă se aflau la distanțe foarte mari.

Și încă ceva. Venus, care este mai aproape de Soare decât Pământul, avea faze identice cu ale Lunii, ceea ce însemna că trebuia să fie un corp ceresc întunecat care strălucește doar fiindcă reflectă lumina. Era o dovadă convingătoare că și planetele sînt lumi, mai mult sau mai puțin asemănătoare cu Pământul.

Odată stabilit acest fapt, s-a considerat de la sine înțeles că toate planetele sînt populate și chiar de creaturi inteligente. După cum spuneam în capitolul precedent, Flammarion își mai susținea această convingere în 1862.

Teoria cinetică a gazelor a infirmat nu numai posibilitatea vieții pe Lună, ci și în orice altă lume mai mică decât ea. O lume mai mică decât Luna nu putea să aibă aer sau apă. Cîmpul gravitațional ar fi prea slab. Să ne ocupăm de asteroizi, dintre care primul a fost descoperit în 1801. Ei se rotesc în jurul Soarelui, dincolo de orbita lui Marte, și cel mai mare dintre ei are un diametru de numai 1 000 km. Numărul celor cu un diametru de cel puțin 1—2 km este cuprins între 40 000 și 100 000, și nici unul nu are aer sau apă în stare lichidă¹, fiind prin urmare lipsiți de viață.

¹ Ar putea exista mici cantități de apă în stare solidă (gheață) atît pe asteroizi cît și în alte lumi mici, menținute de legături chimice a căror eficiență nu depinde de forțele gravitaționale. Gheața însă nu este adecvată vieții, și chiar pe Pământ ghețurile

Afirmația este valabilă și în cazul celor doi minusculi sateliți ai planetei Marte, descoperiți în anul 1877. Ei sînt, după toate probabilitățile, asteroizi capturați care nu au nici aer, nici apă în stare lichidă.

În interiorul orbitelor asteroizilor se află ceea ce numim „sistemul solar interior“, în care există patru planete mai mari decît Luna. Pe lângă Pămînt, se găsesc aici Mercur, Venus și Marte.

Dintre acestea, Mercur este cel mai mic, masa lui fiind totuși de 4,4 ori mai mare decît Luna, iar diametrul de 4 860 km, de 1,4 ori mai mare decît al Lunii. Forța gravitației pe suprafața lui Mercur este de 2,3 ori mai mare decît pe Lună și reprezintă $\frac{2}{5}$ din cea a Pămîntului. Ar putea oare Mercur să rețină totuși o atmosferă rarefiată ?

Nu prea. Mercur este planeta cea mai apropiată de Soare. În punctul de maximă apropiere față de Soare al traiectoriei sale, distanța care îl separă de Soare reprezintă doar $\frac{3}{10}$ din distanța de la Pămînt la Soare. Aerul pe care l-ar avea, s-ar încălzi la temperaturi mult mai ridicate decît cele din atmosfera terestră. În consecință, moleculele de gaz de pe Mercur ar avea viteze mult mai mari și ar fi mult mai greu de reținut. În cazul acesta, Mercur are toate șansele să fie la fel de lipsit de aer și de apă — și la fel de lipsit de viață — ca și Luna.

În 1974 și 1975 o sondă spațială, Mariner 10, s-a apropiat în trei rînduri de suprafața lui Mercur. A treia oară ea a trecut la numai 327 km de suprafață. Mercur a fost cartografiat în detaliu și s-a văzut că suprafața sa este la fel de presărată cu cratere ca și cea a Lunii, fiind confirmată atît lipsa de aer, cît și cea de apă. Nu mai rămînea nici o îndoială, pe Mercur nu exista viață.

Venus ne dă mai multe speranțe. Diametrul acestei planete este de 12 100 km, în comparație cu diametrul de 12 740 km al Pămîntului. Masa planetei Venus reprezintă 0,815 din masa Pămîntului, iar atracția gravitațională la suprafața sa are valoarea de 0,90 în raport cu cea terestră.

Chiar ținînd seama de faptul că Venus se află mai aproape de Soare decît Pămîntul și, în consecință, temperatura sa este mult mai ridicată, avem motive să credem

veșnice din Groenlanda și Antarctica nu găzduiesc, de regulă, nici o formă de viață.

că Venus are o atmosferă. Câmpul ei gravitațional este destul de intens pentru așa ceva.

Într-adevăr, Venus are atmosferă, foarte densă și mult mai noroasă decât a noastră. Planeta Venus este înconjurată veșnic și complet de un văl de nori, fapt considerat cândva drept dovadă a existenței apei pe această planetă.

Din păcate însă, stratul de nori ne mai scade speranțele legate de Venus, întrucît ne împiedică să găsim dovezi în sprijinul posibilității existenței vieții. Chiar folosind cele mai perfecționate telescoape, astronomii nu au fost în stare să-i zărească suprafața. Ei nu-i cunosc viteza de rotație în jurul propriei axe, nu cunosc înclinarea acestei axe, nu cunosc dimensiunile oceanelor (dacă acestea există), pe scurt, nu prea știu mare lucru despre Venus. Neștiind decât că are o atmosferă înnorată, nu putem ajunge la concluzii rezonabile în privința vieții pe Venus.

Marte, pe de altă parte, ne dă în același timp și mai multe, și mai puține speranțe.

Mai puține speranțe, fiindcă este cu mult mai mic decât Pămîntul. Are un diametru de numai 6 790 km și o masă care reprezintă doar 0,107 din masa Pămîntului. Cu o masă de numai 1/10 din cea terestră, nu e ceea ce am putea numi o lume mare. Și totuși, Marte este de 8,6 ori mai mare decât Luna, deci nu putem spune nici că e o lume mică. De fapt este de două ori mai mare decât Mercur.

Atracția gravitațională pe suprafața marțiană este de 2,27 de ori mai mare decât cea de pe Lună și aproximativ egală cu cea de pe Mercur. Marte este însă de patru ori mai departe de Soare decât Mercur, ceea ce înseamnă că Marte este și mult mai rece. Câmpul gravitațional al planetei Marte are de-a face în aceste condiții cu molecule mult mai lente.

Putem deduce că, deși Mercur nu are atmosferă, Marte s-ar putea să aibă — și chiar are. Atmosfera lui Marte e rarefiată, ce-i drept, dar există. Se presupune că Marte e mai uscat decât Pămîntul, fiindcă atmosfera sa nu e la fel de înnorată ca cea terestră (fără a mai pomeni atmosfera venusiană), dar se văd din cînd în cînd nori. Se văd și furtuni de praf, așa că pe Marte trebuie să existe vînturi puternice.

Marte ne dă speranțe datorită faptului că atmosfera sa este suficient de rarefiată și senină pentru a ne permite să-i vedem (destul de vag) suprafața. Timp de secole, astronomii au făcut tot posibilul pentru a realiza hărți

ale acestei lumi îndepărtate. (Cînd Marte se apropie de Pămînt, distanța este de 56 000 000 km, adică de 146 de ori mai mare decît cea de la Pămînt la Lună.)

Cel dintîi astronom care a reușit să vadă un detaliu al suprafeței marțiene, pe care, de altfel, l-ar fi putut vedea și alții, a fost olandezul Christiaan Huygens (1629—1695). El a urmărit în anul 1659 detaliile vizibile ale suprafeței în timpul rotației planetei și a stabilit durata perioadei de rotație a planetei Marte la o valoare doar cu puțin mai mare decît cea terestră. Acum știm că Marte se învîrtește în jurul axei sale în 24,66 ore în comparație cu cele 24 de ore ale Pămîntului. În 1781 astronomul William Herschel (1738—1822)¹ a observat că axa de rotație a planetei Marte este înclinată, ca și cea a Pămîntului, față de verticală, valorile fiind asemănătoare în cazul ambelor planete. Înclinarea axei marțiene este de 25,17 grade, iar a Pămîntului de 23,45 grade.

Aceasta înseamnă că pe Marte există nu numai zile și nopți, precum pe Pămînt, ci chiar anotimpuri. Numai că Marte se află la o depărtare de Soare care întrece cu mult distanța dintre Pămînt și astrul zilei, ceea ce face ca anotimpurile sale să fie mult mai răcoroase decît ale noastre. În plus, Marte are nevoie de mai multă vreme pentru a efectua o revoluție completă în jurul Soarelui, 687 de zile în comparație cu cele 365 și 1/4 ale anului terestru, astfel că anotimpurile marțiene sînt aproape de două ori mai lungi decît cele de pe Pămînt.

În 1784 Herschel a observat că globul marțian, ca și globul terestru, are polii îmbrăcați în calote de gheață. Această nouă asemănare a dus la presupunerea că aceste calote polare sînt compuse din apă înghețată, servind astfel ca dovadă pentru existența apei pe Marte.

Marte și Venus păreau deci, amîndouă, prielnice vieții, în orice caz, mult mai prielnice decît asteroizii, Luna sau Mercur.

Venus

În anul 1796 astronomul francez Pierre Simon de Laplace (1749—1827) era frămîntat de problema originii sistemului solar.

¹ E vorba de tatăl astronomului John Herschel, care avea să fie, cu jumătate de secol mai tîrziu, sacrificat pentru „farsa lunară”.

Privit de deasupra Polului său Nord, Soarele se rotește în jurul axei sale în sens opus acelor de ceasornic. Din același punct de observație, toate planetele cunoscute de Laplace se mișcau în jurul Soarelui în direcția opusă sensului acelor de ceasornic, iar toate planetele a căror rotație era cunoscută se învîrteau în jurul axelor lor tot în același sens. Mai rămîne de menționat faptul că toți sateliții cunoscuți de Laplace se roteau în jurul planetelor tot în sens opus acelor de ceasornic.

În cele din urmă, toate orbitele planetare erau așezate aproape în același plan cu ecuatorul Soarelui și toate orbitele sateliților se găseau în planul ecuatorului planetei lor.

Pentru a explica toate acestea, Laplace a lansat ideea că sistemul solar era la origine un uriaș nor de praf și gaze numit nebuloasă (de la cuvîntul latin care înseamnă nor). Nebuloasa avea o rotație lentă în sensul opus acelor de ceasornic. Propriul ei cîmp gravitațional a contractat-o încetul cu încetul și, pe măsură ce se contracta, trebuia să se rotească din ce în ce mai repede în conformitate cu ceea ce numim legea conservării momentului unghiular. În cele din urmă nebuloasa s-a condensat și a format Soarele, care se mai rotește încă în sens opus acelor de ceasornic.

În timp ce norul se contracta pentru a forma Soarele și se rotea din ce în ce mai repede, forța centrifugă l-a făcut să se bîmbeze la ecuator. (Așa se întîmplă și cu Pămîntul, care este umflat la ecuator, ceea ce face ca un punct aflat pe linia ecuatorului să fie cu 20 km mai departe de centrul Pămîntului decît Polul Nord sau Polul Sud.)

Umflătura nebuloasei care se contracta a devenit din ce în ce mai pronunțată, odată cu intensificarea contracției și mărirea vitezei, pînă cînd toată această umflătură s-a desprins de nebuloasă, rămînînd ca un fel de covrig subțire în spațiu. Pe măsură ce nebuloasa continua să se contracte, ea continua să piardă și alți covrigi de materie cosmică.

După părerea lui Laplace, fiecare covrig s-a condensat treptat devenind planetă, păstrîndu-și sensul inițial al rotației (în sens contrar acelor de ceasornic) și rotindu-se din ce în ce mai repede, pe măsură ce se condensa. În timpul formării unei planete, era posibil ca ea să piardă la rîndul ei mici covrigi de materie care să devină sateliți. Inelele lui Saturn sînt exemple de materie aruncată (după

ipoteza nebuloasei, aparținînd lui Laplace) care încă nu s-a condensat sub formă de sateliți.

Ipoteza nebuloasei ne explică de ce toate revoluțiile și rotațiile din sistemul solar ar trebui să se desfășoare în aceeași direcție.¹ Fiindcă toate au participat la rotația nebuloasei originare. Tot această ipoteză ne explică și de ce toate planetele se rotesc în planul ecuatorului solar. Fiindcă s-au format inițial din regiunile ecuatoriale ale Soarelui, tot așa cum sateliții s-au format din regiunile ecuatoriale ale planetelor.

Ipoteza nebuloasei a fost mai mult sau mai puțin acceptată de astronomii secolului al XIX-lea, îmbogățind cu noi detalii imaginile lui Marte și Venus.

În conformitate cu această teorie, în timpul condensării nebuloasei, planetele s-ar fi format începînd cu cele de la extremitatea sistemului solar și mergînd spre centrul acestuia. Cu alte cuvinte, după ce nebuloasa ajunsese prin condensare la un diametru de numai 500 000 000 km, s-a desprins inelul de materie care a format planeta Marte. Apoi, după multă vreme, în care contracția a continuat, s-a desprins materia care a dat naștere Pămîntului și Lunii, iar după altă perioadă necunoscută de timp materia care a dat naștere lui Venus.

Deci, conform ipotezei nebuloasei, s-ar părea că Marte este cu mult mai vechi decît Pămîntul, și că Pămîntul este cu mult mai vechi decît Venus.

S-a răspîndit opinia că Marte este mult mai evoluat decît Pămîntul; nu e vorba numai de caracteristicile planetare, ci și de formele de viață de pe planetă. Conform aceleiași opinii, Venus era mai puțin evoluată, astfel că, un chimist suedez, Svante August Arrhenius (1859—1927), a descris în termeni elocvenți planeta Venus drept o junglă mustind de apă, asta în 1918.

Asemenea idei s-au reflectat în povestirile științifico-fantastice care descriau deseori o planetă Marte populată de o rasă inteligentă, a cărei istorie îndelungată o punea în inferioritate pe cea a pămîntenilor. Marțienii erau reprezentați ca fiind cu mult superiori nouă din punct de vedere tehnologic, dar și decadenți și sătui de viață — deoarece specia lor era îmbătrînită.

Pe de altă parte, s-au scris multe povești și despre Venus, reprezentată ca o junglă sau chiar înzestrată cu

¹ Astăzi cunoaștem cîteva excepții.

un ocean planetar — în ambele cazuri mișunînd de forme de viață primitivă. Chiar eu am publicat în 1954 un roman, *Lucky Starr și oceanele de pe Venus*, în care descriam existența unui ocean planetar. Cu doar doi ani mai tîrziu, ideile noastre despre Venus aveau să sufere o transformare dramatică.

După cel de-al doilea război mondial astronomii și-au îmbogățit arsenalul de instrumente folosite în explorarea lumilor din sistemul solar. Ei puteau să trimită microunde spre suprafețele planetelor îndepărtate, să recepționeze ecourile acestora și să deducă din proprietățile undelor reflectate date legate de natura unei suprafețe planetare a cărei imagine optică nu putea fi obținută. Ei puteau să recepționeze undele radio emise chiar de planete. Ei puteau să lanseze cu rachetele sonde automate care să treacă pe lângă o planetă sau chiar să debarce pe suprafața ei, transmițînd date utile (așa cum a fost cazul cartografierii suprafeței planetei Mercur cu ajutorul navei spațiale Mariner 10).

În 1956, astronomul american Robert S. Richardson a analizat ecourile de radar venite de sub stratul de nori care acoperă suprafața planetei Venus și a observat că planeta se rotește, foarte lent, dar nu în direcția așteptată, ci în sensul rotației acelor de ceasornic.

Tot în același an o echipă de astronomi condusă de Cornell H. Mayer a recepționat unde radio provenite de pe Venus, constatînd cu uimire că intensitatea acestor unde este echivalentă cu cea corespunzătoare unui corp cu mult mai fierbinte decît se credea că ar fi Venus. În acest caz, nu putea să existe un ocean planetar pe Venus, nu putea să existe în nici un caz apă în stare lichidă (și astfel și-a încheiat cariera bietul meu roman la vîrsta de doar doi anișori).

În ziua de 14 decembrie 1962 nava spațială americană Mariner 2 a trecut foarte aproape de Venus, i-a urmărit emisia de unde radio și a confirmat observația anterioară. În ziua de 12 iunie 1967 nava cosmică sovietică Venus 4 a pătruns în atmosfera venusiană și a transmis timp de o oră și jumătate date care le confirmau și ele pe cele dinainte. Navele Venus 5 și 6, care au debarcat lent pe suprafața planetei Venus în zilele de 16 și 17 mai 1969, au înlăturat și ultimele îndoieli.

Atmosfera planetei Venus este extraordinar de densă, cam de 95 de ori mai densă decât atmosfera Pământului. Nu numai atât, dar atmosfera venusiană conține 95% bioxid de carbon, ale cărui molecule au masa 44. (Bioxidul de carbon a fost detectat în atmosfera planetei Venus prin metode mai puțin pretențioase încă din anul 1932.)

E perfect normal să găsim bioxid de carbon în atmosfera unei planete. Propria noastră atmosferă conține o cantitate infimă de bioxid de carbon (0,03 %), cantitate esențială pentru existența plantelor.

Procesul de fotosinteză din plantele verzi folosește energia solară pentru a combina molecule de bioxid de carbon cu molecule de apă, producând astfel componentele țesuturilor plantei — zahăr, amidon, celuloză, grăsimi, proteine și multe altele. În cadrul acestui proces se formează oxigenul care va fi degajat în atmosferă.

În general, se crede că într-un trecut foarte îndepărtat atmosfera Pământului era mult mai bogată în bioxid de carbon decât acum, iar oxigenul liber era absent. (Vom reveni asupra acestei probleme ceva mai târziu.) Atmosfera primitivă a Pământului semăna deci cu atmosfera venusiană actuală, fiind însă mult mai puțin densă; fotosinteza este cea care a îndepărtat treptat bioxidul de carbon și l-a înlocuit cu oxigen.

Putem deduce din bogăția în bioxid de carbon și sărăcia în oxigen a atmosferei planetei Venus (oxigenul nu a fost încă detectat) că fotosinteza, în forma ei terestră, nu există pe Venus, sau, în cel mai bun caz, există de foarte puțină vreme.

Ar însemna deci că nu există plante verzi pe planetă și, deci, nici animale (care, la urma urmei, se hrănesc cu plante) și, deci, nici inteligență.

S-ar putea aduce argumentul că fotosinteza nu este esențială pentru viață, ceea ce e perfect adevărat. Există pe Pământ forme de viață care nici nu folosesc fotosinteza, nici nu depind de alte forme de viață care folosesc fotosinteza. Numai că toate aceste forme de viață se află la nivelul bacteriilor și nu știm nimic despre vreo formă de viață mai evoluată decât bacteriile care să fi existat vreodată pe Pământ fără să fi avut nevoie, direct sau indirect, de fotosinteză.

S-ar mai putea susține că nu trebuie să privim Pământul ca pe un etalon al acestei probleme. Să pre-

supunem că o formă de viață folosește energia solară și bioxidul de carbon, numai că, în loc să degaje oxigenul în atmosferă, reușește cumva să-l înmagazineze. Cu timpul, ea ar putea să folosească oxigenul pentru a-l combina cu atomi de carbon și să redea atmosferei bioxidul de carbon. Am putea avea astfel fotosinteză fără a renunța la atmosfera de bioxid de carbon.

Nu e imposibil, dar...

Bioxidul de carbon are proprietatea de a absorbi radiația infraroșie. El permite luminii vizibile a Soarelui, încărcată cu energie, să-l străbată și să ajungă la suprafața planetei, dar absoarbe radiația infraroșie mai puțin încărcată cu energie (și invizibilă) pe care planeta o emite noaptea în spațiu. Fenomenul se numește efect de seră fiindcă acoperișul de sticlă al serei face același lucru.

Reținând radiația infraroșie a planetei, bioxidul de carbon din atmosferă ridică temperatura planetei, la fel cum sticla reține radiația infraroșie și face să crească temperatura din interiorul serei. Datorită conținutului foarte ridicat în bioxid de carbon al atmosferei venusiene, temperatura de pe suprafața planetei este cu mult mai mare decât ne-am fi așteptat, la o asemenea distanță de Soare, mai cu seamă că, în mod normal, am fi crezut că norii o mai protejează de o bună parte din căldura Soarelui. Venus este victima unei forme galopante a efectului de seră.

Rezultatul este că temperatura suprafeței venusiene este de aproximativ 480 de grade Celsius, cu mult mai ridicată decât temperatura suprafeței lui Mercur. Mercur e mai aproape de Soare, dar nu are o atmosferă care să rețină căldura.

Temperatura de pe suprafața lui Venus depășește cu mult punctul de fierbere al apei, fiind chiar destul de ridicată pentru a topi cu ușurință plumbul. Nicăieri pe planetă nu poate exista apă în stare lichidă. Apa care există ar putea fi prezentă doar sub formă de vapori în norii din atmosferă și avem date care ne fac să credem că picăturile de lichid din nori sînt, în cea mai mare parte, picături de acid sulfuric, o substanță extrem de corosivă.

E nevoie de o imaginație foarte bogată pentru a concepe viața pe o astfel de planetă, așa că Venus trebuie să fie ștearsă de pe lista unor posibile reședințe ale inteligențelor extraterestre.

Planeta Marte părea de la bun început să ofere șanse adecvate existenței vieții. Rotația sa, înclinarea axei, calotele polare, toate ne dădeau speranțe. Presupusa ei bătrânețe oferea, aparent, șanse deosebit de favorabile pentru existența unor forme foarte avansate de viață.

Astronomii au început să se ocupe în mod serios de cartografierea lui Marte prin 1830. Prima hartă a fost realizată de astronomul german Wilhelm Beer (1797—1850). Au urmat și altele, dar fără mare succes. Era greu să vezi detalii prin două atmosfere, a Pământului și a lui Marte, de la o distanță de sute de milioane de kilometri. Fiecare astronom care încerca să realizeze o hartă a planetei Marte ajungea la un rezultat cu totul diferit de cel al predecesorilor săi.

Cu toții erau însă de acord că există zone luminoase și zone întunecate și s-a răspândit ideea că zonele luminoase reprezintă suprafața uscatului, iar zonele întunecate suprafețe de apă.

În anul 1877 condițiile de observație erau excelente, fiindcă atât Marte cât și Pământul se aflau în exact acele zone ale orbitelor lor în care apropierea dintre ele este maximă. În afară de aceasta, astronomii aveau la dispoziție telescoape mult mai bune decât altădată.

Un observator care avea un telescop excelent era astronomul italian Giovanni Virginio Schiaparelli (1835—1910). În timpul observațiilor din anul 1877, el a desenat o hartă a planetei Marte, care, ca de obicei, nu semăna cîtuși de puțin cu vreuna din hărțile precedente. Cu toate acestea, harta sa a liniștit lucrurile. În fine, el văzuse ce era de văzut, sau cel puțin așa părea, fiindcă astronomii secolului următor au văzut ca și el, o structură compusă din zone întunecate și luminoase.

Pe vremea aceea însă, Maxwell și Boltzmann formulaseră teoria cinetică a gazelor și era puțin probabil, ținînd seama de masa și de cîmpul gravitațional al planetei Marte, să existe pe această planetă mari întinderi de apă. Chiar la temperaturile scăzute de pe Marte vaporii de apă s-ar fi pierdut cu ușurință într-o atmosferă mai rarefiată decât cea terestră. A apărut deci bănuiala că Marte trebuie să fie destul de sărac în apă. Sigur, avea calote polare și poate chiar zone mlăștinoase, dar mările și oceanele deschise nu păreau plauzibile.

Ce erau însă zonele întunecate ?

Puteau fi zone de vegetație care cresc în regiunile mlăștinoase, în timp ce regiunile luminoase ar fi deșerturi stipoase. Era interesant de observat că în timpul verii într-o emisferă, atunci cînd calota polară de gheață se micșora, topindu-se probabil, zonele întunecate se măreau și cum gheața topită ar fi irigat solul permițînd întinderea vegetației.

Multă lume a început să creadă că Marte adăpostește, înădă, forme de viață.

Pe lîngă toate acestea, în timp ce observa planeta Marte în 1877, Schiaparelli a remarcat prezența unor linii întunecate mai subțiri, care legau între ele unele zone întunecate de mai mari dimensiuni. Acestea fuseseră observate încă din 1869 de către alt astronom italian, Pietro Angelo Secchi (1818—1878). Secchi le-a numit canale, nume natural pentru un curs de apă lung și subțire care unește două ape mai mari. Schiaparelli a folosit același cuvînt. Bineînțeles că atît Secchi cît și Schiaparelli au folosit cuvîntul italian pentru canale, și anume *canali*.

Aceste *canali* erau mai lungi și mai subțiri decît cele pe care le văzuse Secchi, și erau și mai numeroase. Schiaparelli a văzut vreo patruzeci, și le-a trecut pe harta sa, dîndu-le nume de rîuri din istoria antică și din mitologie.

Harta lui Schiaparelli, ca și ceea ce el numea *canali* au fost întîmpinate cu mult interes și mare entuziasm. În afară de Schiaparelli, nu mai observase nimeni *canali* în timpul observațiilor din 1877, dar după aceea astronomii au început să le caute în mod special și unii le-au și găsit.

Mai mult decît atît, cuvîntul *canali* a fost tradus în engleză prin termenul *canals*. Foarte importantă această traducere. În engleză există două cuvinte diferite : *channel*, care înseamnă canal natural, curs de apă care unește două ape mai mari, și *canal*, care înseamnă curs de apă artificial (construit pe Pămînt, de mîna omului). De îndată ce englezii și americanii au început să se refere la *canali* drept *canals*, ei le-au atribuit, fără să stea prea mult pe gînduri, calitatea de a fi fost construite de ființe inteligente.

Dintr-o dată, Marte a stîrnit un interes fără precedent. Pentru prima dată (cel puțin așa se părea) era găsită o dovadă științifică care venea ferm în favoarea existenței inteligenței extraterestre.

Se contura imaginea unei planete mai vechi decât Pământul care își pierde treptat apa din cauza intensității modeste a câmpului său gravitațional. Marțienii, inteligenți, cu o istorie mult mai veche decât a noastră, posesori ai unei tehnologii mult mai avansate, erau amenințați de moarte prin deshidratare.

Ei luptau eroic pentru a-și ține în viață planeta. Săpau imense canale pentru a transporta apa, atât de necesară vieții, din ultimul rezervor planetar, calotele polare. Era o imagine plină de dramatism a unor ființe, poate reprezentanți ai unei specii pe cale de a se stinge, care refuzau să moară și care țineau lumea din jur în viață muncind hotărâți și plini de abnegație. Timp de aproape un secol aceasta a fost părerea multor oameni și chiar a câtorva astronomi.

Erau astronomi care completau observațiile lui Schiaparelli. William Henry Pickering (1858—1938), astronom american, a comunicat observarea unor pete rotunde întinse la intersecția canalelor — acestea au fost botezate oaze. Flammarion, care, după cum am mai spus, credea cu tărie în viața extraterestră, era extrem de entuziasmat de aceste canale. El a publicat în 1892 un tom voluminos intitulat *Planeta Marte*, în care aducea argumente în favoarea unei civilizații constructoare de canale.

Cel mai influent astronom care a susținut ideea unei civilizații marțiene a fost însă americanul Percival Lowell (1855—1916). El provenea dintr-o familie aristocratică din Boston și și-a folosit averea pentru a construi un observator astronomic particular în Arizona, unde aerul uscat al platoului arid, ca și depărtarea de luminile orașelor asigurau condiții excelente de vizibilitate. Observatorul Lowell a fost inaugurat în 1894.

Timp de 15 ani, Lowell a studiat cu pasiune planeta Marte, fotografiind-o de mii de ori. A văzut chiar mai multe canale decât văzuse vreodată Schiaparelli și a desenat hărți amănunțite care au inclus în cele din urmă peste 500 de canale. A marcat oazele de la intersecția canalelor, a urmărit traseele unora dintre canale care păreau să se dubleze din când în când și a studiat schimbările sezoniere de luminozitate care păreau să coincidă cu ritmul lucrărilor agricole. Era ferm convins că pe Marte există o civilizație avansată.

Pe Lowell nu-l deranja de loc faptul că alți astronomi nu reușeau și ei să vadă toate canalele. El le-a atras aten-

În că în Arizona condițiile de observație sînt net superioare, că telescopul său este excelent, ca de altminteri și vederea sa.

Prima lui carte pe această temă, *Marte*, a apărut în 1894. Era bine scrisă, accesibilă unui public larg și sprijinea ideea unei planete Marte străvechi, uscîndu-se vîzînd cu ochii, ideea unei rase de ingineri competenți care luptau pentru supraviețuirea planetei construind uriașe sisteme de irigație, ideea canalelor vizibile de pe Pămînt datorită fișilor de vegetație de pe ambele maluri.

Lowell și-a aprofundat ideile în cărțile publicate ulterior: *Marte și canalele sale*, în 1906, și *Marte, lăcașul vieții*, în 1908. Pentru publicul larg toate acestea erau fascinante, gîndul că o planetă apropiată e populată de ființe mai inteligente decît oamenii era tulburător.

Rolul de popularizator al formelor avansate de viață de pe Marte, jucat de Lowell, a fost însă umbrît de scriitorul englez H. G. Wells.

Wells a publicat în 1897 romanul *Războiul lumilor*, mai întîi ca foileton într-o revistă, mai apoi în volum. El combina imaginea lui Marte așa cum o văzuse Lowell cu situația ultimilor 20 de ani de pe Pămînt.

În acele decenii marile puteri europene, în primul rînd Marea Britanie și Franța, dar și Spania, Portugalia, Germania, Italia și Belgia, își împărțeau Africa. Fiecare națiune stabilea colonii fără să țină seama de dorințele celor ce trăiau acolo. Întrucît africanii aveau pielea neagră și culturi diferite de cele europene, europenii i-au considerat inferiori, primitivi și barbari, lipsiți de drepturi asupra propriilor lor teritorii.

Wells s-a gîndit că dacă marțienii sînt la fel de avansați din punct de vedere științific față de europeni precum europenii față de africani, atunci marțienii i-ar putea trata pe europeni la fel cum îi tratau europenii pe africani. *Războiul lumilor* era prima poveste a unui război interplanetar care afecta Pămîntul.

Pînă atunci, poveștile referitoare la vizitatori extraterestri îi prezentau pe aceștia ca fiind observatori pașnici. În romanul lui Wells însă străinii veneau înarmați. Plecînd de pe o planetă Marte pe care abia își mai duceau zilele, ei ajungeau pe un Pămînt luxuriant, bogat în ape, și erau gata să ocupe această planetă pe care să o transforme într-un nou cămin. Pămîntenii nu erau pentru ei decît simple animale, creaturi pe care le puteau distruge și

devora. Oamenii nu-i puteau învinge pe marțieni și nu măcar nu li se puteau împotrivi în mod serios, la fel cu africanii nu puteau lupta împotriva forțelor armate europene. Deși în cele din urmă marțienii erau învinși, victoria nu a fost a oamenilor, ci a bacteriilor terestre cărora organismele marțiene nu le-au putut rezista.

Romanul a avut mare succes și a stîrnit un val de imitații, astfel că în următorii 50 de ani oamenii au trăit cu ideea că orice invazie extraterestră ar duce la exterminarea omenirii.

La mai bine de 40 de ani de la apariția cărții *Războiul lumilor*, în ziua de 30 octombrie 1938, un tînăr de numai 23 de ani, Orson Welles (n. 1915), a realizat o dramatizare radiofonică a romanului. El s-a hotărît să actualizeze povestea și i-a făcut pe marțieni să debarce nu în Anglia ci în New Jersey. El a descris evenimentele în modul cel mai realist cu putință, folosind buletine de știri care sunau foarte autentice, declarații ale unor martori oculari, și așa mai departe.

Oricine ar fi deschis aparatul de radio de la începutul dramatizării ar fi fost informat că era vorba de o ficțiune, numai că unii ascultători nu erau prea atenți, iar alții au început să urmărească emisiunea mai tîrziu — toată lumea era paralizată de emoție ascultînd reportajul unor evenimente în aparență reale, mai cu seamă în cazul ascultătorilor aflați în apropiere de locul pretinsei debarcări.

Surprinzător de multă lume n-a stat să se întrebe dacă e posibilă o invazie a marțienilor sau măcar dacă există marțieni. Ei au luat de bună ideea existenței marțienilor, tentativa acestora de a cuceri Pămîntul, aparent încununată de succes. Sute de oameni s-au suit în automobile fugind îngroziți încotro vedeau cu ochii. Ca și „farsa lunară” petrecută în urmă cu un secol, această întîmplare este un exemplu remarcabil al disponibilităților umane de acceptare a noțiunii de inteligență extraterestră.

Deși Lowell și teoriile sale privind canalele marțiene se bucurau de succes în rîndurile publicului larg, astronomii profesioniști aveau mari îndoieli. Și era vorba de o majoritate semnificativă.

Unii susțineau insistent că, deși studiaseră atent planeta Marte, nu văzuseră niciodată nici un fel de canale, și nu se lăsau amăgiți de afirmațiile superioare ale lui Lowell privind calitatea ochilor și a telescoapelor sale.

Astronomul american Asaph Hall (1829—1907), ai cărui
în fuseseră destul de buni în 1877 pentru a putea desco-
peri minusculele sateliți marțieni, nu a văzut niciodată nici
un canal.

Un alt astronom american, Edward Emerson Barnard
(1857—1923), s-a dovedit a fi un observator deosebit de
competent. De altfel, se și spune despre el că ar fi fost
astronomul cu cei mai pătrunzători ochi cu putință. El a
descoperit în 1892 un al cincilea satelit a lui Jupiter, un
satelit atât de mic și atât de apropiat de strălucirea planetei
încât, încât era nevoie de o acuitate vizuală aproape
supraomenească pentru a-l putea vedea; totuși Barnard
susținea că, în pofida observării atente a planetei Marte,
nu a reușit să vadă nici un canal. A susținut cu tărie
că ar putea fi vorba de o iluzie optică, că mici pete neregulate
mai închise la culoare se transformă în linii atunci
când ochii fac efortul de a percepe obiecte situate la
limita posibilităților lor.

Ideea a fost preluată și de alții. Astronomul englez
Edward Walter Maunder (1851—1928) a reușit chiar s-o
verifice în 1913. El a desenat cercuri în interiorul cărora
a plasat pete neregulate, așezându-și mai apoi elevii la
distanțe de la care abia se puteau distinge aceste pete.
Când le-a cerut să deseneze ce vedeau, aceștia au tras
linii drepte precum canalele marțiene ale lui Schiaparelli.

În tot acest timp însă astronomii au continuat să stu-
dieze posibilitatea existenței unei populații marțiene.
În secolul al XX-lea a adus cu el instrumente care pot detecta
și măsura cantități infime de căldură. Dacă acești senzori
termici erau plasați în focarul unui telescop îndreptat spre
Marte putea fi dedusă temperatura planetei.

Experiența a fost efectuată pentru prima oară în 1926
de doi astronomi americani: William Weber Coblentz
(1873—1962) și Carl Otto Lampland (1873—1951). Măsu-
rătorile păreau să arate că în regiunea ecuatorului mar-
țian temperatura se poate ridica pînă deasupra punctului
de topire a gheții. Rareori părea posibilă o temperatură
de-a dreptul ecuatorială, pentru Marte, desigur, 25 de
grade Celsius.

Temperatura scădea vertiginos în timpul nopții. Nu
există nici o posibilitate de a măsura temperatura din
timpul nopții întrucît emisfera marțiană pe care e noapte
este întotdeauna invizibilă de pe Pămînt. Putea fi totuși

măsurată temperatura din zorii zilei la marginea vestică a globului marțian, acolo unde suprafața planetei iese din noapte și intră în zi. După 12 ore și un sfert de întineric, temperatura cobora pînă la -100 de grade Celsius.

Pe scurt, se părea că temperaturile de pe Marte sînt mult prea scăzute pentru a permite existența apei lichide, cu excepția unor zone foarte restrînse din apropierea ecuatorului și a unor perioade din jurul amiezii. În restul planetei era mai frig decît în Antarctica.

Chiar mai rău : marile diferențe de temperatură dintre zori și amiază sugerau că atmosfera marțiană era mult mai rarefiată decît se crezuse pînă atunci. O atmosferă acționează în general ca o plapumă, absorbînd și transferînd căldura ; cu cît o atmosferă este mai rarefiată, cu atît urcă și coboară mai repede valorile termice.

Și mai rău : o atmosferă rarefiată nu absoarbe prea bine radiația solară. Pe Pămînt, atmosfera relativ densă joacă rolul unei păături protectoare care absoarbe radiația intensă cu care Soarele și restul cosmosului ne bombardează planeta.

Radiațiile încărcate cu energie ar fi fatale pentru viață dacă ar ajunge intacte pe suprafața Pămîntului. Marte, mai departe de Soare decît Pămîntul și primește o doză mai mică de ultraviolete, de exemplu, numai că această doză mai mică ajunge pe suprafața marțiană în cantități mult mai mari decît cele care ating suprafața terestră.

După 1940 a devenit posibil studiul radiației infraroșii marțiene, destinat analizei conținutului atmosferei lui Marte, experiment realizat în 1947 de americanul Gerard Peter Kuiper (1905—1973). El a stabilit că ce mai rămăsese din atmosfera marțiană consta aproape în întregime din bioxid de carbon și că vaporii de apă sînt prezenți în cantități minime, oxigenul lipsind, pare-se, cu desăvîrșire.

Ținînd seama de frigul de pe Marte, unii astronomi au început să se întrebe dacă există apă pe această planetă. Oare calotele polare sînt alcătuite din apă înghețată sau din bioxid de carbon înghețat ?

Luînd în considerație toate aceste date — atmosferă rarefiată de bioxid de carbon, radiația ultravioletă care bombardează suprafața lui Marte, temperaturile foarte scăzute — părea foarte puțin probabil ca pe Marte să fi evoluat forme complexe de viață de la care să ne așteptăm la inteligență.

S-a întărit convingerea că faimoasele canale, dacă există, sînt fenomene naturale, și nu produsul unei rase de ingineri competenți.

Dar dacă nu există viață inteligentă, poate că există forme primitive de viață. Pe Pămînt există bacterii care se hrănesc cu substanțe otrăvitoare pentru toate celelalte ființe vii. Există licheni care cresc pe piatră seacă, pe virfuri de munte unde aerul e atît de rarefiat și unde e atît de frig, încît îți vine să crezi că ești pe Marte.

Începînd din 1957 s-au făcut experiențe destinate verificării posibilităților de supraviețuire a unor forme de viață simple, adaptate la condiții dificile pe Pămînt, într-un mediu care, pe cît posibil, să reproducă, în limita cunoștințelor și posibilităților noastre, mediul marțian. În repetate rînduri, unele dintre ele au supraviețuit.

Poate că în acest caz nu trebuie să ne pierdem speranțele legate de existența unor eventuale forme de viață complexe. La urma urmei, viața pe Pămînt a evoluat în concordanță cu mediul terestru. Nouă ni se par agreabile condițiile de pe Pămînt și sîntem dispuși să considerăm dezagreabile orice condiții considerabil diferite de cele terestre. Pe Marte însă formele de viață ar fi evoluat în raport cu condițiile locale, iar pentru ele tocmai acele condiții ar fi părut agreabile.

Problema a rămas nerezolvată pînă la începutul anilor '60.

Sonde spre Marte

După 1960 a început seria lansărilor de sonde cosmice destinate să treacă prin apropierea planetei pentru a retransmite informații pe Pămînt (precum cele la care m-am referit în legătură cu planetele Mercur și Venus).

Prima sondă marțiană a cărei misiune avea să fie încununată de succes, Mariner 4, a fost lansată în ziua de 28 noiembrie 1964¹. Trecînd pe lângă Marte, Mariner 4 a realizat o serie de 20 de fotografii, transformate apoi în

¹ Era cuceririi spațiului începe în ziua de 4.X.1957, odată cu lansarea în U.R.S.S. a primului satelit artificial al Pămîntului, Sputnik 1, iar primul zbor pilotat în Cosmos are loc în ziua de 12.IV.1961, pilotul fiind cosmonautul sovietic Iuri Gagarin. — *Nota trad.*

semnale radio emise spre Pământ, unde au fost din nou transformate în fotografii.

Ce se vedea în ele ? Canale ? Vreun semn de civilizație avansată sau măcar de viață ?

Ce se vedea în fotografii era ceva cu totul și cu totul neașteptat, fiindcă, pe măsură ce erau recepționate, astronomii distingeau doar cratere — cratere foarte asemănătoare cu cele de pe Lună.

Craterele, cel puțin așa cum apăreau în fotografiile transmise de Mariner 4, erau atât de multe și atât de bine conturate, încît se putea trage cu ușurință concluzia că eroziunea este minimă. Aceasta însemna nu numai că atmosfera este rarefiată, dar și că nu poate exista prea multă viață. Craterele din fotografiile transmise de Mariner 4 păreau să fie emblema unei lumi moarte.

Mariner 4 avea să treacă prin spatele lui Marte (așa cum este văzut acesta de pe Pământ) după întâlnirea cu planeta, în așa fel încît semnalele sale radio să fie obligate să treacă prin atmosfera marțiană în drumul lor spre Pământ. Din modificările semnalelor, astronomii puteau deduce densitatea atmosferei planetei Marte.

Atmosfera marțiană s-a dovedit a fi chiar mai rarefiată decît în cele mai pesimiste preziceri. Densitatea ei era mai mică decît 1/100 din densitatea atmosferei terestre. Presiunea atmosferică de pe suprafața lui Marte este egală cu cea măsurată în atmosfera Pământului la o înălțime de 32 km. O nouă lovitură dată posibilității existenței unor forme evolute de viață pe Marte !

În 1969 alte două sonde, Mariner 6 și 7, au trecut pe lângă Marte. Fiind înzestrate cu mult mai multe instrumente și cu o aparatură foto net superioară, ele au realizat mai multe fotografii. Noile fotografii, superioare calitativ, au demonstrat că povestea cu craterele era perfect reală. Suprafața marțiană e presărată, la propriu, cu cratere — în unele locuri densitatea lor fiind identică cu cea de pe suprafața lunară.

Totuși noile sonde ne-au arătat că Marte nu seamănă întru totul cu Luna. În fotografii erau vizibile regiuni în care suprafața marțiană părea netedă, fără relief, și altele în care era accidentată într-un fel cu totul deosebit față de Lună sau Pământ. Pe moment, nici urmă de canale.

În ziua de 30 mai 1971, a pornit spre Marte Mariner 9. De data aceasta, nava spațială urma nu să treacă pe lângă Marte, ci să se înscrie pe o orbită în jurul planetei. Asta

s-a întâmplat în ziua de 13 noiembrie 1971. În ziua aceea Marte era bîntuit de o furtună de praf la scară planetară. Nu se vedea nimic. Mariner 9 aştepta. În fine, în decembrie 1971 furtuna de praf s-a potolit, iar Mariner 9 a pornit la lucru, începînd să fotografieze planeta Marte. Întreaga planetă a fost cartografiată în detaliu.

Primul lucru lămurit, odată pentru totdeauna, a fost că nu există canale pe Marte. Lowell greşise. Fusesse victima unei iluzii optice.

Nici măcar zonele întunecate nu reprezentau apă sau vegetație. Marte părea să fie aproape în întregime un deşert. Doar ici-colo se vedeau dungi întunecate pornind de la cîte un crater mic sau de la cîte o ridicătură de teren. Ele păreau să fie compuse din particule de praf aduse de vînt, avînd tendința de a se aduna pe partea dealului opusă direcției vîntului, acolo unde relieful bloca mişcarea atmosferică.

Erau vizibile şi unele dungi deschise la culoare, diferența fiind dată probabil de mărimea particulelor de praf. Posibilitatea ca zonele mai luminoase şi cele mai întunecate să se deosebească datorită modului de propagare a prafului şi probabilitatea ca zonele întunecate să se mărească primăvara din cauza variaţiunii sezoniere a vîntului fuseseră sugerate cu cîțiva ani mai înainte de către astronomul american Carl Sagan (n. 1935). Mariner 9 i-a dat perfectă dreptate.

Doar una dintre emisferele lui Marte era presărată cu cratere şi asemănătoare cu Luna ; cealaltă avea imenşi vulcani şi uriaşe canioane şi părea activă din punct de vedere geologic.

Un aspect al suprafeței marțiene a stîrnit un deosebit interes. E vorba de linii cu un traseu sinuos, precum meandrele rîurilor, şi cu ramificații care semănau foarte bine cu nişte afluenți. Încă ceva, ambele calote polare păreau să aibă o structură stratificată. La margine, acolo unde se topecs, semănau cu un pachet de cărți de joc.

Devenea posibilă interpretarea istoriei marțiene în raport cu ciclurile meteorologice. Poate că ne aflăm acum în mijlocul unui ciclu de îngheț, toată apa fiind înghețată în calotele polare şi în sol. În trecut, şi poate că şi în viitor, au fost sau vor fi cicluri temperate, în timpul cărora calotele polare se topecs, atmosfera devine mai densă, iar albiile fluviilor se umplu.

În acest caz, chiar dacă acum nu vedem viață pe Marte, poate că ea a existat și poate că va exista din nou, în viitor. În prezent formele de viață ar putea hiberna sub formă de spori în solul înghețat.

Alte două sonde, Viking 1 și Viking 2, lansate în zilele de 20 august și, respectiv, 9 septembrie 1975, și-au început drumul spre Marte. Ele erau destinate debarcării pe planetă și efectuării de multiple observații. Sarcina lor primordială era să caute semne de viață pe planeta Marte.

Ambele au coborât cu succes în vara anului 1976 în zone aflate la mare distanță una de cealaltă. Ele au analizat solul marțian și au constatat că acesta nu se deosebește prea mult de solul terestru, numai că e mult mai bogat în fier și mult mai sărac în aluminiu.

Au fost efectuate trei experiențe destinate depistării vieții. Toate cele trei experiențe au dat rezultate care păreau să confirme existența unor celule vii în solul marțian.

Numai că un al patrulea experiment a aruncat umbra îndoielii asupra primelor trei. Pentru a înțelege despre ce este vorba va fi nevoie să ne referim la compoziția moleculelor caracteristice materiei vii, așa cum o cunoaștem.

În organisme vii din mediul acvatic se petrec interacțiuni rapide, neîntrerupte care antrenează molecule complexe compuse din zeci, sute, mii sau milioane de atomi. În natură, aceste molecule există doar în organisme vii și în rămășițele lor moarte.¹ Din acest motiv, asemenea molecule complexe poartă numele de compuși organici.

Compușii organici au o trăsătură comună — prezența carbonului. Atomii de carbon alcătuiesc cu o ușurință uimitoare lanțuri complexe, atât liniare cât și ramificate, structuri ciclice sau grupuri de structuri ciclice de care se pot lega lanțuri de atomi, liniare sau ramificate. De lanțurile și ciclurile atomilor de carbon se leagă alți atomi sau alte combinații de atomi ai unor elemente diferite, mai cu seamă hidrogen, oxigen și azot, și uneori atomi de sulf, fosfor și așa mai departe. Uneori, unul dintre acești alți

¹ Ele pot fi sintetizate în laborator. Mii și mii de asemenea compuși, diferiți de cei prezenți în organisme umane sau în rămășițele lor, au fost sintetizați de către chimiști. Să nu uităm însă că și chimiștii sînt organisme vii, astfel că pînă și moleculele sintetice care „nu există în natură” sînt rezultatul acțiunilor unor organisme vii.

atomii poate fi încorporat în lanțul sau ciclul atomilor de carbon.

Carbonul este singurul atom care poate forma cu o asemenea ușurință lanțuri sau cicluri.

Mai mult decât atât, e greu să ne închipuim că un fenomen atât de complex și de versatil ca viața se poate descurca cu molecule mai puțin complexe decât cele pe care le cunoaștem la organismele terestre.

Această aserțiune nu reprezintă o limită a infinitei variabilități a vieții. Aici, pe Pământ, variabilitatea este infinită în ceea ce privește forma, structura, comportarea, adaptarea, deși se bazează doar pe compuși organici care, la rândul lor, se bazează pe lanțurile și ciclurile atomilor de carbon.

Mai mult decât atât, numărul variațiunilor posibile pe tema structurii compușilor organici este atât de mare, încât nu poate fi exprimat într-un mod inteligibil. Numărul de compuși organici folosiți de viața terestră în comparație cu numărul tuturor compușilor organici este *mai mic* decât dimensiunile unui atom în comparație cu cele ale întregului Univers.

Pe scurt, putem spune că numărul de compuși complecși bazați pe atomii de carbon este practic nelimitat, în timp ce numărul de compuși complecși care nu conțin atomi de carbon este practic nul. Se presupune deci că o lume fără compuși organici este o lume fără viață.

E încă o dată cazul să nu ne pripim. Să fim oare siguri că, în anumite condiții pe care nu le cunoaștem, alte elemente sau combinații de elemente decât carbonul ar produce sau nu compuși complecși? Putem fi oare siguri că în anumite condiții nu poate apărea viața bazată pe compuși relativ simpli?

Nu. Ținând seama de penuria noastră de cunoștințe privind alte lumi și în domeniul unor subtilități ale vieții pe care nu le înțelegem folosind doar propriul nostru exemplu, nu putem fi siguri de nimic.

Putem însă cere dovezi. Nu avem nici o dovadă legată de posibila existență a unor molecule la fel de complexe, delicate și versatile precum compușii organici, bazate pe alt element decât carbonul sau pe o combinație de elemente care să excludă carbonul. Nu există nici o dovadă în favoarea afirmației că un fenomen atât de complex ca viața se poate baza pe compuși relativ simpli.

De aceea, *pînă la proba contrarie*, vom presupune doar că dacă nu există compuși organici, nu există nici viață.

Situația este următoarea : analizele solului marțian efectuate de navele Viking 1 și Viking 2 indică absența compușilor organici.

Problema existenței vieții pe Marte rămîne neelucidată. Nu avem dovezi clare nici pro, nici contra, și trebuie să așteptăm rezultatul unor viitoare experiențe. În orice caz, chiar dacă există viață, ea are toate șansele să fie cît se poate de primitivă, cu nimic peste nivelul bacteriilor de pe Pămînt.

O asemenea viață primitivă i-ar tulbura peste măsură pe biologi și pe astronomi, dar în ceea ce privește căutarea inteligenței extraterestre, ne alegem cu un zero cît roata carului.

Trebuie să căutăm în altă parte.

Capitolul 4

SISTEMUL SOLAR EXTERIOR

Chimie planetară

Sistemul solar interior, limitat de orbita lui Marte, este o structură relativ mică. Dincolo de Marte începe „sistemul solar exterior“, mult mai vast, în care evoluează planetele gigantice. Există aici nu mai puțin de patru asemenea giganți : Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun. Cu toții pun în inferioritate Pământul, mai cu seamă Jupiter, al cărui volum este de 1 000 de ori mai mare decât al Pământului și a cărui masă este de 300 de ori mai mare decât a planetei noastre.

De ce oare este populat sistemul solar interior de pitici, iar sistemul solar exterior de giganți ? Gândiți-vă...

Nebuloasa din care s-a format sistemul solar trebuie să fi fost compusă — mai mult sau mai puțin — din aceleași substanțe care compun în genere Universul. Astronomii au determinat cu ajutorul spectroscopiei structura chimică a Soarelui și a altor stele, ca și pe cea a norilor de praf și a gazelor interstelare. Ei au ajuns la unele concluzii privind compoziția Universului. Iată-le sintetizate în tabelul care urmează :

<i>Elementul</i>	<i>Numărul de atomi</i>
Hidrogen	10 000 000
Heliu	1 400 000
Oxigen	6 800
Carbon	3 000
Neon	2 800
Azot	910
Magneziu	290
Siliciu	250

<i>Elementul</i>	<i>Numărul de atomi</i>
Sulf	95
Fier	80
Argon	42
Aluminiu	19
Sodiu	17
Calciu	17
Todate celelalte elemente combinate	50

După cum vedeți, Universul este alcătuit mai cu seamă din hidrogen și heliu, două elemente cu atomi foarte simpli. Împreună, hidrogenul și heliul reprezintă aproape 99,9% din numărul total al atomilor din Univers. Hidrogenul și heliul au, fără-ndoială, atomi foarte ușori, nici pe departe la fel de grei ca alții, și totuși ei reprezintă cam 98% din masa Universului.

Cele mai răspândite 14 elemente menționate în tabelul de mai sus compun aproape întreg Universul. Doar un atom din 250 000 aparține vreunui alt element.

Dintre cele 14, atomii de heliu, neon și argon nu se combină între ei și nici cu atomii altor elemente.

Atomii de hidrogen se combină cu alți atomi doar în cazul în care se ciocnesc cu aceștia. Ținând seama de structura Universului, atomii de hidrogen trebuie să se ciocnească cu alți atomi de hidrogen. Astfel se formează moleculele de hidrogen, compuse fiecare din câte doi atomi de hidrogen.

Oxigenul, azotul, carbonul și sulful sînt compuși din atomi care se pot combina cu atomii de hidrogen atunci cînd aceștia din urmă sînt prezenți în număr foarte mare. Fiecare atom de oxigen se combină cu doi atomi de hidrogen formînd o moleculă de apă. Fiecare atom de azot se combină cu trei atomi de hidrogen formînd o moleculă de amoniac. Fiecare atom de carbon se combină cu patru atomi de hidrogen formînd o moleculă de metan. Fiecare atom de sulf se combină cu doi atomi de hidrogen formînd hidrogenul sulfurat.

Aceste opt substanțe : hidrogenul, heliul, neonul, argonul, apa, amoniacul, metanul și hidrogenul sulfurat există în stare gazoasă la temperaturi terestre sau, în cazul apei, sub forma unui lichid care se evaporă cu ușurință. Le grupăm sub termenul de „volatile” (de la cuvîntul latin

care înseamnă *a zbura*, întrucît gazele ori vaporii, nefiind strîns legați de restul materiei, tind să difuzeze sau să se piardă în zbor).

Siliciul se combină mult mai ușor cu oxigenul decît cu hidrogenul. Magneziul, aluminiul, sodiul și calciul se combină cu ușurință cu compuşii siliciu-oxigen, și toate aceste elemente luate la un loc alcătuiesc în cea mai mare parte materia din care sînt făcute pietrele, „silicații“.

În privința fierului, putem spune că el există în roci, avînd uneori posibilitatea să rămînă în formă metalică datorită cantităților considerabile în care este prezent. Alături de fier, găsim metale asemănătoare, dar ceva mai rare, nichelul și cobaltul.

Atomii și moleculele pietrelor și metalelor sînt strîns unite, legate de forțe chimice puternice, ceea ce le permite să rămînă în stare solidă chiar dacă sînt încălzite pînă la roșu. Ele nu au nevoie de forța gravitației pentru a le ține unite; de aceea atomii din fragmente minuscule de rocă sau metal în care forțele gravitaționale sînt practic neglijabile stau strîns uniți.

Materialul original din care era compusă nebuloasa primordială care a dat naștere sistemului solar conținea 99,8% substanțe volatile și doar 0,2% solide. În sistemul solar interior căldura Soarelui a produs temperaturi destul de înalte pentru a asigura viteze relativ ridicate de deplasare atomilor și moleculelor substanțelor volatile, iuteala lor scăpîndu-le de capcana gravitațională. Planetele sistemului solar interior au ajuns să se compună din roci și metale care se mențineau unite chiar în absența forțelor gravitaționale, dar care reprezentau o parte infimă a materiei din nebuloasă. De aceea, planetele interioare sînt mici.

De altfel cele mai mici dintre ele nici nu conțin substanțe volatile. Mercur este compus dintr-un nucleu metalic masiv, înconjurat de o manta stîlcoasă. (Știm acest lucru fiindcă densitatea lui Mercur este prea mare, așa că el trebuie să fie compus în cea mai mare parte din metale de mare densitate și doar în mică măsură din rocă de densitate mijlocie.) Luna e făcută doar din piatră. Densitatea ei este prea mică pentru a permite existența unui nucleu metalic de dimensiuni semnificative. Și lui Mercur, și Lunii le lipsesc substanțele volatile.

Marte, ca și Luna, este compus doar din rocă. Pămîntul și Venus, ca și Mercur, au o structură de rocă sub care

se află un nucleu metalic. Marte, Pământul și Venus sînt totuși destul de masive pentru a fi în stare să rețină unele substanțe volatile cu ajutorul atracției gravitaționale.

Dincolo de orbita lui Marte, devine mai ușor să acumulezi substanțe volatile de la un anumit nivel de intensitate gravitațională. În primul rînd, la temperaturi mai scăzute moleculele se mișcă mai lent și au mai puține șanse de a depăși viteza de evadare gravitațională. În al doilea rînd, substanțele volatile se vor solidifica pe rînd, odată cu scăderea temperaturii, și în stare solidă vor rămîne unite de atracția chimică fără a mai depinde de forța gravitației. Tabelul următor prezintă punctele de înghețare, în condiții terestre, a opt substanțe volatile :

Substanța	Punctul de înghețare		
	grade Celsius	grade Fahrenheit	Temperatură absolută
Apa	0,0	— 32,0	273,1
Amoniac	—77,7	— 82,3	195,4
Hidrogen sulfurat	—88,5	— 96,3	187,6
Metan	—182,5	— 270,11	90,6
Argon	—189,2	— 283,0	83,11
Neon	—248,7	— 390,1	24,4
Hidrogen	—259,1	— 408,8	14,0
Heliu (sub presiune)	—272,2	— 432,4	0,11

Aceasta înseamnă că, oriunde dincolo de orbita lui Marte, corpurile cerești de mici dimensiuni pot fi compuse nu numai din metal și stîncă, ci și din substanțe volatile precum apa, amoniacul și hidrogenul sulfurat în stare solidă. Dacă aceste corpuri cerești se află destul de departe de Soare pentru a beneficia de temperaturi extrem de scăzute, putem avea de-a face și cu metan, și argon solidificat. Neonul, hidrogenul și heliul îngheață la temperaturi atât de scăzute, încît ele nu pot exista pe un corp ceresc, chiar dacă acesta se află la limitele cunoscute ale sistemului solar.

Apa înghețată este, desigur, gheață. Formele solide ale altor substanțe volatile seamănă ca aspect cu gheața, astfel că ne putem referi la starea solidă a unei substanțe volatile numind-o gheață. Pentru a o deosebi, vom numi apa înghețată, care este gheața adevărată, gheață-de-apă.

Să vedem deci în ce măsură nivelul nostru de cunoștințe despre o lume a sistemului solar exterior ne permite să afirmăm la prima vedere că acolo nu poate exista viața (așa cum o cunoaștem noi).

Am stabilit că pentru viață compușii organici sînt esențiali. Compușii organici constau din molecule alcătuite din lanțuri și inele de carbon de care sînt legați întotdeauna atomi de hidrogen, cu adaosuri mai modeste de atomi de azot, oxigen și sulf. Aceste cinci tipuri de atomi reprezintă peste 99% din numărul atomilor din compușii organici. Acești atomi alcătuiesc cinci din cele opt substanțe volatile. (Ceilalți trei, argonul, neonul și heliul, nu intră în combinații și nu joacă nici un rol în chimia vieții.)

Devine evident faptul că viața, așa cum o cunoaștem, este o funcție a acestor substanțe volatile și că nici o lume nu poate găzdui viața dacă pe ea nu există materie volatilă.

La temperaturile care domnesc dincolo de orbita lui Marte, orice corp ceresc, fie el cît de mic, poate avea materii volatile. Cîteodată cade pe Pămînt un meteorit în care găsim apă, hidrocarburi¹ și alte substanțe volatile. Nu în cantități prea mari, cel mult 5 %, dar le găsim.

Astfel de meteoriți, numiți chondrite carbonice, sînt relativ rari în comparație cu meteoriții obișnuiți, compuși din metal sau rocă, sau din metal și rocă. S-au găsit pînă în ziua de azi doar vreo 20 de chondrite carbonice.

Aceasta nu înseamnă că aceste chondrite carbonice sînt rare. Ele ar putea fi foarte banale. Numai că structura lor este mai precară decît cea a meteoriților metalici sau stîlcoși. Chondritele carbonice se distrug cu ușurință în timpul trecerii lor incandescente prin atmosferă, astfel că puține fragmente supraviețuiesc și ajung să lovească suprafața Pămîntului.

În ultimii ani s-a stabilit că majoritatea asteroizilor, mai ales cei aflați mai departe de Soare, au caracteristici asemănătoare (culoare închisă și densitate scăzută) celor ale chondritelor carbonice, ceea ce înseamnă că au și materii volatile. Cei doi minuscule sateliți ai planetei Marte sînt mult mai închiși la culoare decît Marte înșuși și au o

¹ Substanțe ale căror molecule sînt compuse, ca metanul, de exemplu, doar din atomi de carbon și de hidrogen.

densitate mai mică ; asta înseamnă că și ei conțin materii volatile.

Să nu uităm de cometele care își petrec cea mai mare parte a existenței orbitale sub forma unor mici corpuri solide, undeva departe de Soare. Ele au cel mult câțiva kilometri în diametru și sînt compuse de obicei aproape exclusiv din materie înghețată.

Atunci cînd cometele ajung în acea zonă a orbitei lor care le apropie de Soare, o parte a ghețurilor se evaporă, punînd în libertate și granule de rocă sau de metal care au fost amestecate cu gheață. Astfel se formează o „coamă” cețoasă în jurul „nucleului”, aflat încă în stare solidă. Soarele emite tot timpul și în toate direcțiile șuvoaie de particule subatomice rapide („vîntul solar”), care mătură „coama”, o îndreaptă în direcția opusă Soarelui și o transformă într-o „coadă” lungă.

Putem ajunge deci la concluzia că orice obiecte cerești din sistemul solar exterior, mai mari ca dimensiuni decît asteroizii și cometele, vor conține cu siguranță materii volatile.

Deși lipsa substanțelor volatile este o dovadă sigură a absenței vieții, reciproca nu este valabilă. O lume fără viață poate fi bogată în materii volatile. Venus este un exemplu. Dacă n-ar fi așa, ar trebui să credem că există viață pe toate corpurile cerești aflate dincolo de orbita lui Marte.

La urma urmei, în prezența materiilor volatile s-ar putea întîmpla să nu se formeze compuși organici destul de complecși pentru a face posibilă viața. Privind de pe Pămînt, nu e prea ușor de spus dacă un corp ceresc aflat dincolo de orbita lui Marte adăpostește sau nu compuși organici complecși. În lipsa unor detalii informaționale care ne depășesc capacitățile, cum putem oare aprecia prezența sau absența vieții într-o lume aflată la mari depărtări ?

Trebuie să repetăm că pentru viață e nevoie de un mediu lichid, ca apa, de exemplu.

O lume care posedă suficient lichid pe suprafața ei pentru a face posibilă existența vieții — nu doar un număr redus de organisme asemănătoare cu bacteriile, ci de o complexitate suficientă pentru a permite apropierea de inteligență — trebuie să poată conserva cel puțin o parte din acest lichid în stare de vapori.

Dacă lumea despre care vorbim nu poate reține vaporii cu ajutorul gravitației, lichidul își va continua evaporarea

pînă la dispariție. Dacă lumea poate reține vaporii, atmosfera ei va avea o consistență mai mare decît una compusă doar din urme de gaz, va fi o atmosferă compusă cel puțin din vaporii lichidului menționat, și probabil și din alte gaze.

În consecință, o lume fără atmosferă nu poate găzdui o viață (așa cum o cunoaștem) superioară nivelului bacterian; nu fiindcă atmosfera ar fi absolut necesară vieții, dar fiindcă prezența unor cantități substanțiale de lichid pe suprafață sînt necesare unei vieți care să depășească nivelul bacteriilor. Fără atmosferă, substanțele volatile prezente se vor afla în stare solidă, înghețate, ceea ce este insuficient pentru viață.

Știind toate acestea, să ne ocupăm de corpurile cerești aflate dincolo de orbita lui Marte și care au un diametru mai mic de 2 900 km.

Sînt nenumărate asemenea corpuri cerești, trilioane și trilioane de fire de praf, miliarde de comete, zeci de mii de asteroizi și cîteva zeci de mici sateliți. Le putem elimina din discuție. Deși o bună parte dintre ele, poate chiar toate cele care depășesc mărimea firelor de praf, conține materii volatile, nici unul nu are o atmosferă permanentă și nu poate spera să aibă lichide. Cometele care se apropie de Soare au o atmosferă în timpul acestei apropieri, deși pare foarte puțin probabil să aibă, chiar în acea perioadă, lichide la suprafață; să nu uităm că perioada cu atmosferă reprezintă doar o parte infimă din durata parcursului lor orbital.

Ce putem spune însă despre corpurile cerești aflate dincolo de orbita lui Marte, care au diametre cuprinse între 2 900 și 6 500 km?

Sînt exact șapte. Șase sateliți: Io, Europa, Ganimede, Calisto, Titan și Triton. Și o planetă: Pluto.

Dintre aceste șapte corpuri cerești, cei patru sateliți jupiterieni: Io, Europa, Ganimede și Calisto, sînt cei mai apropiați de Soare. Nici unul nu se poate lăuda cu o atmosferă superioară unor urme de gaze.

Io, cel mai apropiat de Jupiter, trebuie să fi fost expus unei călduri intense în perioada inițială a formării planetelor, în perioada în care Jupiter însuși, aflat în formare, radia intens căldură. Dacă îl judecăm după densitate, Io seamănă foarte mult cu Luna și conține foarte puține materii volatile în structură, sau chiar deloc.

Sateliții aflați mai departe au densități din ce în ce mai mici și prin urmare conțin din ce în ce mai multe substanțe volatile. Acestea trebuie să fie, în primul rând, apă, și mai apoi mici cantități de amoniac și de hidrogen sulfurat. Metanul se găsește în stare gazoasă chiar la temperaturile scăzute din vecinătatea lui Jupiter, iar moleculele sale sînt prea iuți pentru a putea fi reținute de atracția gravitațională prea modestă a sateliților.

Europa, al doilea dintre sateliții mari, are probabil un strat subțire de apă înghețată la suprafață. Ganimede și Calisto au straturi mult mai groase de materii volatile în jurul unui nucleu de rocă. Aceste straturi pot avea o grosime de sute de kilometri. La suprafață există un strat de apă înghețată, dar dedesubt, menținut de căldura internă, poate exista un strat de apă în stare lichidă. Să se fi dezvoltat pe acești doi sateliți, aflați într-un întineric veșnic, o viață izolată de restul Universului printr-un strat de gheață gros de mulți kilometri? Nu știm deocamdată.

Dacă sateliții jupiterieni sînt cele mai apropiate corpuri cerești dintre cele șapte la care ne referim, Pluto este cel mai îndepărtat. Pluto e atît de departe de Soare și are temperaturi atît de scăzute, încît pînă și metanul îngheață. Observații recente ale luminii reflectate de Pluto par să arate că acesta este într-adevăr acoperit de un strat de metan înghețat. El ar putea avea o atmosferă rarefiată de hidrogen, heliu și neon, dar deocamdată nu avem indicii în privința aceasta. Chiar dacă ar fi așa, asta nu ar contribui la prezența lichidului la suprafață, întrucît, la temperaturile de pe Pluto, hidrogenul, neonul și heliul mai sînt în stare gazoasă, în timp ce toate celelalte substanțe se solidifică.

Ceva mai aproape de noi se află Triton, un satelit al planetei Neptun. E foarte probabil să se afle și el în situația lui Pluto, îmbrăcat în metan solid și cu o atmosferă rarefiată de hidrogen, neon și heliu; acestea sînt însă, deocamdată, simple presupuneri.

Ne-a mai rămas o lume de dimensiuni apropiate, Titan, cel mai mare satelit al planetei Saturn. E mai departe de Soare și mai rece decît cei patru sateliți ai lui Jupiter, dar mai aproape de Soare și mai cald decît Triton și Pluto.

Temperatura lui Titan este de -150 grade Celsius, cu 15 grade mai scăzută decît cea a sateliților jupiterieni. La această temperatură, metanul se mai găsește în stare gazoasă, dar se apropie văzînd cu ochii de punctul de

lichiefiere ($-161,5$ grade Celsius), iar moleculele sale abia se mișcă. Ele ar putea fi reținute de atracția gravitațională a lui Titan, deși aceasta are o valoare de numai $2/3$ ca intensitate în comparație cu cea a Lunii.

Se pare deci că Titan ar putea avea o atmosferă de metan, și Gerard Kuiper a și descoperit-o în 1944. Este o atmosferă destul de consistentă, aproape sigur mai densă decât atmosfera marțiană.

Titan este singurul satelit din sistemul solar care are o atmosferă adevărată. El este cel mai mic corp din sistemul solar care are o atmosferă adevărată și este singurul corp ceresc, indiferent de mărime, care are o atmosferă compusă mai cu seamă din metan.

Metanul, cu o moleculă constând dintr-un atom de carbon și patru atomi de hidrogen, este cel mai mic compus organic. Datorită proprietăților deosebite ale atomilor de carbon și ușurinței cu care acesta se leagă de alți atomi de carbon, moleculele de metan se vor combina rapid, devenind mai mari, ajungând la doi, trei sau patru atomi de carbon, cu un număr adecvat de atomi de hidrogen legat de ei. Soarele, deși aflat foarte departe de Titan, ar putea oferi suficientă energie pentru a declanșa și întreține asemenea reacții chimice.

S-ar putea deci ca atmosfera lui Titan să conțină mici cantități de hidrocarburi superioare într-un amestec foarte complicat și poate că tocmai acest amestec îi dă lui Titan o culoare portocalie, caracteristică atunci când îl privim prin telescop.

Cu cât e mai complicată molecula unei hidrocarburi, cu atât mai ridicată va fi temperatura ei de lichefiere. Deși hidrocarburile superioare pot exista sub formă de vapori în atmosferă, cea mai mare parte a lor se va afla pe suprafață în stare lichidă. Întrucît gazul de brichetă e compus din molecule de hidrocarburi cu cinci sau șase atomi de carbon, ne putem închipui pe Titan lacuri și mări de gaz de brichetă lichefiat în care sînt dizolvate molecule și mai complicate, unele formînd chiar un soi de mîl pe țărmurile acestor lacuri și mări.

Deci pe Titan există suficiente lichide și suficient de mulți compuși organici.

Acestea reprezintă cerințele minime ale vieții, numai că rămîne de văzut dacă hidrocarburile pot înlocui apa în rolul de lichid în care se formează tiparele vieții.

Apa este un lichid „polar“. Aceasta înseamnă că moleculele ei sînt asimetrice și au sarcini electrice minimale la capetele opuse. Aceste mici sarcini electrice declanșează atracții și respingeri care joacă un rol important în procesele chimice caracteristice vieții. Moleculele de hidrocarburi sînt însă lichide „nepolare“, cu molecule simetrice, lipsite de sarcini electrice. Pot oare lichidele nepolare să joace rolul de scenă a vieții ?

Poate oare *orice alt* lichid decît apa să joace acest rol de scenă a vieții ? Singurele lichide care au o șansă rezonabilă de a juca acest rol sînt cele care se găsesc în cantități mari în întreg Universul și care se află în stare lichidă la temperaturi planetare. Pe lângă apă și hidrocarburi, mai există doi candidați : amoniacul și hidrogenul sulfurat. Amoniacul este un lichid polar, dar nu la fel de polar ca apa, iar hidrogenul sulfurat este și mai puțin polar.

Dacă am avea destulă imaginație, am putea inventa o chimie care folosește aceste lichide drept fundal, aducînd viața în prim plan ; acestea ar fi însă simple exerciții speculative. Nu avem nici un fel de dovadă că există vreun lichid care ar putea înlocui apa.

Pînă cînd vom găsi o asemenea dovadă, oricît de fragmentară, trebuie să rămînem conservatori și să nu contăm decît pe apă. Din aceste motive, deși Titan ne va oferi o lume fascinantă din punct de vedere chimic, dacă vom ajunge să o studiem în detaliu, nu putem fi în nici un caz convinși că pe Titan există viață.

Jupiter

În pustiurile înghețate de dincolo de Marte se poate întîmpla ca o lume în formare să adune suficientă materie înghețată (pe lângă rocile și metalul disponibil) pentru a ajunge la o atracție gravitațională destul de intensă ca să rețină heliul și neonul. Masa suplimentară va intensifica atracția gravitațională făcînd poate posibilă reținerea hidrogenului, prezent în cantități mult mai mari decît oricare altă substanță.

Fiecare atom de hidrogen capturat ușurează capturarea altor atomi de hidrogen, producîndu-se un efect de avalanșă care golește rapid de materie spațiul înconjurător și produce o planetă uriașă ; mai rămîne doar suficientă

materie pentru formarea unor corpuri cerești mici, precum sateliții și asteroizii.

Există patru planete din sistemul solar exterior care s-au format în acest fel : Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun.

Dintre acestea, Jupiter e cea mai mare, avînd un diametru de 143 200 km, adică de 11,23 de ori mai mare decît diametrul Pămîntului. Cea mai mică este Neptun, cu un diametru de 49 500 km, adică de 3,83 de ori mai mare decît al Pămîntului. Volumele se situează între cel al lui Jupiter, de 1 415 ori mai mare decît al Pămîntului, și cel al lui Neptun, de 58 de ori mai mare decît al Pămîntului.

Datorită faptului că acești giganți sînt compuși în cea mai mare parte din materie volatilă, a cărei densitate este scăzută, densitatea lor medie este cu mult mai mică decît cea a Pămîntului. Neptun este cel mai dens dintre uriași, avînd o densitate medie de 1,67 ori mai mare decît a apei. Saturn ar pluti pe apă dacă ar exista un ocean destul de mare și dacă Saturn ar supraviețui acestei întîmplări. El este cel mai puțin dens dintre giganți, avînd o densitate medie de 0,71 în comparație cu apa. Comparați aceste date cu densitatea medie a Pămîntului, care este de 5,5 ori mai mare decît a apei.

Întrucît planetele gigantice au densități mici, masele lor (cantitatea de materie pe care o conțin, ca să zicem așa) sînt mai mici decît am putea crede judecînd după mărimea lor. Cel mai masiv este Jupiter, cu o masă de 313 ori mai mare decît a Pămîntului, iar cel mai puțin masiv este Uranus a cărui masă este de 14,5 ori mai mare decît a Pămîntului.

Ținînd seama de toate acestea, devine evident faptul că planetele gigantice din sistemul solar exterior au structuri și proprietăți radical diferite de cele ale Pămîntului. Putem concepe existența vieții pe aceste planete ?

Nava cosmică automată Pioneer 10 a fost lansată în ziua de 2 martie 1972 în direcția lui Jupiter. În ziua de 3 decembrie 1973 ea a trecut la o distanță de doar 135 000 km de suprafața planetei Jupiter.

În timpul celor patru zile în care Pioneer 10 a zburat în apropierea lui Jupiter, instrumentele sale au detectat radiația, au numărat particule elementare, au măsurat cîmpurile magnetice, au înregistrat temperaturi și au analizat lumina solară care trecea prin atmosfera lui Jupiter.

După triumful lui Pioneer 10, o altă sondă spațială, Pioneer 11, soră geamănă cu cea de mai sus, s-a apropiat de planetă. Plecase de pe Pământ la data de 5 aprilie 1973 și a trecut la 42 000 km de suprafața planetei Jupiter în ziua de 3 decembrie 1974. Traectoria ei a purtat-o peste Polul Nord jupiterian, zonă invizibilă pentru pămînteni.

Ambele sonde spațiale au transmis fotografii și alte informații folositoare. Aceste informații le-au permis astronomilor să deducă că în structura lui Jupiter intră doar cantități foarte mici de roci și metale. Se pare că Jupiter este compus mai cu seamă din hidrogen, puțin heliu și urme (comparativ vorbind) de alte materii volatile. Așa cum Pământul este, la urma urmei, o sferă rotitoare de rocă și metal, putem spune despre Jupiter că este, la urma urmei, o sferă rotitoare de hidrogen lichid relativ cald. (În mod normal, hidrogenul lichid fierbe la temperaturi extrem de scăzute, dar la presiunile enorme din interiorul lui Jupiter se ajunge la temperaturi cu mult mai ridicate.)

Suprafața exterioară a mingii lichide care este Jupiter este rece, dar temperatura crește rapid pe măsură ce coborîm sub suprafață. La 950 km sub suprafața vizibilă a norilor, temperatura atinge 3 600 de grade Celsius.

La suprafața relativ rece a planetei se află apă, amoniac, metan și alte substanțe volatile, inclusiv mici cantități de hidrocarburi cu doi sau trei atomi de carbon în moleculă.

Evident, trebuie să existe o circulație a lichidului planetar jupiterian, ca și în oceanele Pământului. Poate că imense coloane de lichid jupiterian se scufundă și se încălzesc, în timp ce alte coloane, la fel de uriașe, se înalță și se răcesc.

Argumentele în favoarea vieții încep să devină interesante. Apa este cu siguranță prezentă în fluid, și chiar dacă procentajul reprezentat de ea ar fi mic, pe o planetă de dimensiunile lui Jupiter un procentaj mic înseamnă o cantitate mare, dacă o privim în termeni absoluți. Chiar dacă apa este complet depășită de hidrogen, s-ar putea întâmpla foarte bine să fie mai multă apă pe Jupiter decît pe Pământ.

Există, pe lângă apă, și metan și amoniac; toate trei se pot combina formînd moleculele organice pe care le asociem de regulă cu viața. E nevoie de energie pentru a ajunge la asemenea combinații, dar asta nu e o problemă

dacă ținem seama de enorma căldură interioară a lui Jupiter.

Ne putem imagina cu ușurință celule vii, și poate chiar ființe multiceulare complicate, trăind în oceanul jupiterian, menținându-se la o temperatură confortabilă, înotînd într-o coloană ascendentă sau într-una descendentă sau chiar trecînd dintr-o coloană de lichid într-alta atunci cînd e nevoie.

Nici nu pare prea greu de crezut, și ar fi chiar o viață-așa-cum-o-cunoaștem-noi ; nu putem fi însă siguri pînă cînd nu reușim să găsim vreo metodă de explorare a oceanului jupiterian.

Deși nu am explorat încă nici unul dintre ceilalți giganți planetari așa cum l-am explorat pe Jupiter (cu toate că mai multe sonde spațiale se îndreaptă spre Saturn după ce au trecut de Jupiter)¹, nu avem motive să ne îndoim că ceea ce este valabil pentru Jupiter nu ar fi valabil în cazul celorlalte planete uriașe.

S-ar putea deci să existe în sistemul solar exterior patru lumi mai bogate în viață decît Pămîntul.

Numai că viața pe aceste planete îndepărtate ar fi o viață oceanică, întrucît planetele, compuse mai cu seamă din materii volatile, dintre care hidrogenul este preponderent, trebuie să fie pur lichide. Nu avem nici o șansă să găsim pe ele continente ori măcar insule.

Formele de viață de pe aceste planete vor fi, după toate probabilitățile, adaptate deplasărilor rapide într-un mediu mai dens decît aerul pămîntean, fiind deci profilate aerodinamic și, în consecință, lipsite de organe de manipulare.

Dar chiar dacă aceste ființe ar putea acționa asupra mediului înconjurător, ar putea oare ele să ajungă la folosirea unei forme convenabile de energie neanimată, echivalentă cu focul nostru ? (Sigur că nu există oxigen liber pe o planetă ca Jupiter, dar există hidrogen liber, iar compuşii bogați în oxigen pot arde într-o atmosferă de hidrogen.)

Pare mai plauzibilă ipoteza care susține că, în cazul evoluției pînă la inteligență a vieții de pe planetele gigantice, am avea de-a face mai degrabă cu o inteligență asemănătoare cu a delfinului, și nu cu o inteligență umană. Chiar dacă această inteligență ar duce la o îmbunătățire a vieții, ea nu ar include dezvoltarea unei tehnologii bazate

¹ Sondele Voyager au ajuns la Saturn după publicarea cărții lui Asimov. — *Nota trad*

pe unele din ce în ce mai complicate și mai perfecționate cu ajutorul cărora ființele inteligente își influențează direct mediul de viață în moduri din ce în ce mai subtile.

Afirmația este valabilă și pentru formele de viață care s-ar dezvolta, înfruntând orice vicisitudini, într-un posibil strat de apă aflat sub scoarța sateliților Ganimede sau Calisto.

Cu alte cuvinte, s-ar putea să existe viață pe Jupiter și pe celelalte planete gigantice, poate chiar inteligență, dar e puțin probabil să întâlnim acolo o civilizație tehnologică ca a noastră.

Capitolul 5

STELELE

Protostele

După această explorare aproape exhaustivă a sistemului solar, se pare că, deși ar exista viață pe cîteva lumi în afara Pămîntului, poate chiar viață inteligentă, șansele nu sînt prea mari. Șansele existenței sau posibilității existenței unei civilizații tehnologice undeva în sistemul solar, cu excepția Pămîntului, sînt practic nule.

Numai că sistemul solar nu este în nici un caz întregul Univers. Să căutăm și în altă parte.

Ne-am putea imagina o viață în spațiul cosmic sub forma unor concentrații de cîmpuri energetice sau a unor nori animați de gaze și praf, dar nu există nici un fel de indicii în privința unei asemenea posibilități. Pînă cînd nu vor apărea dovezi în această direcție (și bineînțeles că gîndirea științifică nu refuză această posibilitate), trebuie să considerăm viața ca fenomen legat de lumi solide, cu temperaturi mai scăzute decît cele din stele.

Singurele lumi reci și solide pe care le cunoaștem sînt corpurile planetare și subplanetare care se rotesc în jurul Soarelui, ceea ce nu ne obligă însă să credem că toate corpurile cerești de acest fel din Univers sînt neapărat asociate cu stelele¹.

Pot exista nori de praf și gaze, cu o masă mult mai mică decît nebuloasa din care s-a format sistemul nostru solar, iar aceștia s-ar fi putut condensa în corpuri cerești mult mai mici decît Soarele nostru. Dacă aceste corpuri sînt suficient de mici în comparație cu Soarele, să spunem,

¹ Nu cred că mai e nevoie să spun că Soarele nostru este o stea care se deosebește foarte mult de toate celelalte stele numai fiindcă este mult mai aproape de noi.

cu o masă de 1/50 din masa Soarelui, sau mai puțin, ele vor fi insuficient de masive pentru a asigura declanșarea reacțiilor nucleare. Suprafețele unor astfel de corpuri vor rămâne reci și ele vor avea proprietăți asemănătoare cu cele ale planetelor, numai că se vor mișca independent în spațiu și nu se vor roti în jurul nici unei stele.

Experiența ne învață că în materie de corpuri cerești numărul crește odată cu scăderea dimensiunilor. Sînt mult mai multe stele mici decît stele mari, mult mai multe planete mici decît planete mari, mult mai mulți sateliți mici decît sateliți mari și așa mai departe. Am putea oare afirma, ținînd seama de aceste fapte, că aceste protostele, prea mici pentru a se putea aprinde, există în număr mult mai mare decît corpurile cerești similare care sînt destul de masive pentru a se putea aprinde ? Cel puțin un astronom de seamă, americanul Harlow Shapley (1885—1972), a susținut cu tărie posibilitatea existenței unor astfel de corpuri cerești.

• Bineînțeles că, din cauză că nu strălucesc, ele rămîn nedetectate, iar noi nu le cunoaștem. Dar dacă există, putem fi convinși că în spațiu găsim protostele de toate mărimile, de la super-Jupiteri la mici asteroizi. Putem chiar presupune că cele mari au în jurul lor corpuri cu mult mai mici decît ele, la fel cum Jupiter are sateliți, la fel ca celelalte planete gigantice din propriul nostru sistem solar.

Se naște totuși întrebarea : se poate forma viața pe asemenea protostele ?

Pînă acum am stabilit că necesitățile absolute ale vieții (așa cum o cunoaștem noi) sînt, în primul rînd, mediul lichid, de preferință apa, și, în al doilea rînd, compușii organici. Trebuie să adăugăm că mai există și o a treia condiție, pe care o considerăm de obicei de la sine înțeleasă, și anume prezența energiei. Energia este necesară pentru a construi compuși organici din moleculele mici, prezente la început, molecule precum apa, amoniacul și metanul.

De unde ar proveni energia protostelelor ?

În timpul condensării unui nor de praf și gaze într-un corp cîresc de o anumită mărime, mișcarea spre interior a componentelor norului reprezintă energia cinetică obținută din cîmpul gravitațional. Cînd mișcarea se oprește datorită coliziunilor și unirii particulelor, energia cinetică se transformă în căldură. De aceea, centrul oricărui corp

ceresc de dimensiuni apreciabile este fierbinte. Temperatura centrului Pământului, de exemplu, este apreciată ca fiind de 5 000 de grade Celsius.

Cu cât este mai mare corpul ceresc la care ne referim și cu cât a fost mai intens câmpul gravitațional care l-a format, cu atât mai mare va fi energia cinetică, cu atât mai intensă căldura și cu atât mai ridicată temperatura interioară. Se apreciază, de exemplu, că temperatura din centrul lui Jupiter ajunge la 54 000 de grade Celsius.

Se poate presupune că această căldură interioară este un fenomen temporar și că orice planetă se răcește încet, dar sigur. Așa ar trebui să se întâmple dacă nu ar exista o sursă interioară de energie care să înlocuiască căldura care se pierde în spațiu.

În cazul Pământului, de pildă, căldura internă se scurge cât se poate de lent, datorită excelentului efect izolator al straturilor exterioare de rocă. În același timp, aceste straturi exterioare conțin mici cantități de elemente radioactive, precum uraniul și toriul, care, în cursul dezintegrării radioactive, eliberează suficient de multă căldură pentru a o înlocui pe cea pierdută. Ca rezultat, Pământul nu se răcește perceptibil și, deși are o existență de corp solid de 4,6 miliarde de ani, căldura sa internă continuă să existe.

În cazul lui Jupiter, se pare că în centrul său se desfășoară unele reacții nucleare, un soi de palide imitații ale comportamentului stelar, astfel că Jupiter radiază în spațiu de trei ori mai multă căldură decât primește de la Soare.

Căldura internă aproape veșnică ar fi mai mult decât suficientă pentru a asigura viața, presupunând că ființele vii ar putea-o exploata.

Am putea, după cum am mai menționat, să ne imaginăm o viață care există în interiorul unei planete în apropierea unor zone de căldură care să fi servit drept sursă de energie formării și întreținerii vieții. Nu există însă nici o dovadă a posibilității existenței vieții altundeva decât pe suprafața sau în apropiere de suprafața unei lumi, și pînă la proba contrarie nu ne vom referi decât la suprafețe.

Să ne imaginăm deci o protostea nu cu mult mai masivă decât Pământul, sau un corp ceresc tot atât de masiv, care se rotește în jurul unei protostele ceva mai masivă decât Jupiter, dar care nu emite lumină vizibilă.

Un astfel de corp ceresc, asemănător cu Pământul, dar evoluind liber în spațiu sau înconjurând o protostea, ar fi o lume asemănătoare cu Ganimede sau Calisto. Ar exista căldură internă care însă, datorită efectului izolator al straturilor exterioare, s-ar scurge foarte lent spre suprafață, asemenea căldurii interioare a Pământului, care topește zăpezile din regiunile polare și îndulcește temperaturile terestre.

Bineînțeles că pe Pământ există scurgeri locale de temperatură de o intensitate considerabilă, care produc izvoare termale, gheizere și chiar vulcani. Ne putem imagina asemenea fenomene și pe protostele de dimensiunile Pământului. Ar mai putea exista și energie provenită din fulgerele din timpul furtunilor. Pare totuși îndoielnic că asemenea surse sporadice de energie ar fi suficiente pentru a produce și întreține viața. Și încă ceva, s-ar putea ca o lume lipsită de sursa majoră de lumină reprezentată de o stea apropiată să nu fie adecvată dezvoltării inteligenței. (Voi reveni asupra acestui aspect.)

Protosteaua de dimensiunile Pământului ar putea avea în compoziție o cantitate mult mai mare de substanțe volatile decât Pământul, întrucât nu ar fi existat nici o stea fierbinte în apropiere care să ridice temperatura spațiului înconjurător, făcând astfel imposibilă reținerea substanțelor volatile. De aceea, reluând exemplul lui Ganimede și Calisto, ne putem imagina o lume acoperită de un ocean, probabil de apă, păstrat în stare lichidă de căldura internă, dar învelit de o crustă groasă de gheață.

Protostelele mai mici decât Pământul ar avea mai puțină căldură internă și ar fi, probabil, și mai înghețate, ar avea mai puține surse sporadice de energie, ar avea oceane interne mai mici sau chiar deloc.

Dacă un corp ceresc este destul de mic pentru a nu prea putea atrage substanțele volatile care ar exista chiar în absența unei stele apropiate la temperaturile scăzute caracteristice acestei situații, el ar fi un corp asteroidal compus din roci sau metal sau din amândouă.

Ce putem spune însă despre protostelele mai mari decât Pământul și care ar avea rezerve mai mari și mai intense de căldură internă? Un astfel de corp ceresc mai mare ar trebui să semene cu Jupiter. O protostea mare ar fi compusă mai cu seamă din materie volatilă, în special hidrogen și heliu, iar intensitatea căldurii interne ar face întreaga planetă să fie lichidă.

Căldura circulă mult mai ușor prin convecție în lichide decât prin conducție lentă prin solide. Ne putem aștepta la temperaturi înalte la suprafața unei astfel de protostele mari, sau în imediata ei apropiere, temperaturi care se pot menține ridicate miliarde de ani. În orice caz, pe o asemenea protostea mare ne putem aștepta cel mult la o viață inteligentă de tipul delfinilor, și nu la o civilizație tehnologică.

Pe scurt, formarea protostelelor s-ar asemana cu formarea corpurilor cerești din sistemul solar exterior și nu ne putem aștepta să găsim pe protostele ceva în plus față de aceste corpuri cerești.

Pentru o civilizație tehnologică e nevoie de o planetă solidă, atât cu oceane cât și cu continente, în așa fel încât viața să se poată dezvolta în oceane pentru a ocupa apoi continentele. Pentru formarea unei asemenea lumi e nevoie de o stea apropiată care să ofere suficientă căldură pentru a alunga cea mai mare parte a materiei volatile, dar nu pe toată. Steaua apropiată ar furniza și energia necesară formării și întreținerii vieții într-un ritm intens și continuu.

În acest caz, trebuie să ne concentrăm atenția asupra stelelor. Pe acestea cel puțin le putem vedea. Știm că ele există, și nu e nevoie doar să presupunem probabilitatea existenței lor, așa cum facem în cazul protostelelor.

Calea Lactee

Dacă considerăm stelele ca surse de energie în apropierea cărora putem găsi viață și inteligență, ba chiar civilizații tehnologice, prima impresie trebuie să fie încurajatoare, fiindcă se pare că există o mulțime de stele. De aceea, dacă nu găsim viață într-un loc, s-ar putea să găsim în altă parte. Stelele păreau să fie nenumărate pentru primii observatori ai cerului, mai puțin experimentați. Astfel, ne spune Biblia, atunci când Domnul a vrut să-l asigure pe patriarhul Abraham că, deși nu are copii, vă fi strămoșul multor popoare, i s-a adresat cu următoarele cuvinte : „Și l-a scos din cort și i-a zis : «Ia uită-te la cer și numără stelele, dacă poți să le numeri !» Și a mai zis : «Atât de mulți vor fi urmașii tăi !»“ (Cartea Facerii, cap. 15, 5).

Numai că, dacă Domnul îi promitea lui Abraham că, în cele din urmă, va avea tot atâția urmași câte stele poate

vedea pe cer, el nu promitea chiar atît de mult cît se putea crede.

Stelele au fost numărate de generațiile următoare de astronomi, care nu s-au lăsat impresionati de cuvîntul „nenumărate“. S-a stabilit că numărul stelelor care pot fi văzute cu ochiul liber (presupunînd o vedere excelentă) este, în total, cam de 6 000.

În orice moment, jumătate dintre stele se află sub linia orizontului, iar altele, deși se află deasupra liniei orizontului, sînt atît de aproape de ea, încît dispar datorită absorbției luminii într-un strat deosebit de gros de aer, fie el și foarte curat. În concluzie, chiar într-o noapte senină, fără lună, o persoană cu vedere excelentă, aflată departe de orice sursă de lumină artificială, nu poate vedea mai mult de 2 000 de stele dintr-o dată.

În vremea cînd filozofii credeau că toate lumile sînt locuite și declarau sus și tare acest lucru, natura stelelor părea să nu fie exact înțeleasă de vreun filozof.

Poate că prima declarație clară legată de imaginea modernă a naturii corpurilor cerești este cea făcută de Nicholas din Cusa (1401—1464), cardinal al bisericii, care avea idei deosebit de îndrăznețe pentru epoca sa. El credea că spațiul este infinit și că nu există un centru al Universului. Socotea că totul este în mișcare, inclusiv Pămîntul. El mai credea că stelele sînt sorî îndepărtați, că sînt înconjurate de planete, ca și Soarele, și că aceste planete sînt locuite.

Interesant, numai că noi, oamenii moderni, sîntem mai puțin convinși de existența lumilor locuite și nu acceptăm fără rezerve ideea că există pretutindeni viață. Știm că există lumi moarte și mai știm că alte lumi, care poate că nu sînt moarte, nu sînt locuite de organisme mai complicate decît bacteriile. De ce n-ar exista atunci stele în jurul cărora să nu se rotească decît lumi moarte ? Sau stele în jurul cărora să nu se rotească nici o lume ?

Dacă s-ar dovedi că lumile locuite pot exista doar în jurul unui număr mic de stele (așa cum viața pare să existe doar pe un număr mic de lumi în sistemul solar), devine importantă necesitatea determinării existenței altor stele decît cele pe care le putem vedea și apoi a numărului lor. La urma urmei, cu cît e mai mare numărul stelelor, cu atît mai mare e șansa existenței a numeroase forme de viață în spațiu, chiar dacă șansele unei singure stele în această privință sînt modeste.

Ar fi natural să credem că nu există decât stele care pot fi văzute. Numai, că unele stele sînt atît de palide, încît nici cea mai bună vedere nu le poate distinge cu uşurinţă. Nu ar fi oare normal să presupunem că există stele a căror lumină este şi mai slabă şi care nu pot fi văzute nici de cea mai pătrunzătoare privire ?

Se pare că nu le-a venit multora această idee. Poate că exista ideea nemărturisită că Dumnezeu nu ar fi putut crea ceva invizibil, fiindcă la ce ar fi folosit un asemenea obiect ? Credinţa că tot ce e pe cer se află acolo fiindcă îl influenţează pe oameni (baza credinţelor astrologice) părea să vină împotriva existenţei corpurilor invizibile.

Matematicianul englez Thomas Digges (1543—1595) a îmbrăţişat vederi asemănătoare cu cele ale lui Nicholas din Cusa şi în 1575 a afirmat nu numai că spaţiul este infinit, ci şi că un număr infinit de stele populează acest spaţiu. Filozoful italian Giordano Bruno (1548—1600) a susţinut aceleaşi idei, dar într-un mod atît de nediplomatic şi de polemic, încît în cele din urmă a fost ars pe rug la Roma, fiind condamnat pentru erezie.

Discuţia s-a sfîrşit în anul 1609 mulţumită lui Galilei şi telescopului său. Cînd Galilei şi-a îndreptat telescopul spre cer, a observat imediat că se pot vedea mai multe stele cu ajutorul instrumentului său decât fără acesta. În orice direcţie ar fi privit, el vedea stele care nu pot fi văzute altfel.

Fără telescop se văd şase stele într-o mică constelaţie numită Pleiadele. Existau legende legate de o a şaptea stea care pălise şi devenise invizibilă. De îndată ce a privit prin telescop, Galilei nu numai că a văzut cu uşurinţă cea de-a şaptea stea, dar a descoperit şi alte 30 de stele.

Mai importantă însă a fost observarea prin telescop a Căii Lactee.

Calea Lactee seamănă cu o ceaţă palidă şi luminoasă care pare că înconjoară cerul. În unele mituri, ea este reprezentată ca o punte care leagă cerul de Pămînt. Pentru vechii greci, ea era laptele care ţîşnea din sînul divin al zeiţei Hera. Exista şi un mod mai realist de a privi Calea Lactee, înainte de inventarea telescopului, drept o centură amorfă de materie stelară.

Cînd Galilei a privit însă Calea Lactee, el a văzut că aceasta e compusă dintr-o puzderie de stele foarte palide. Pentru prima oară oamenii deveneau conştienţi de numă-

rul imens al stelelor. Dacă Dumnezeu i-ar fi dat lui Abraham darul vederii telescopice, asigurarea privind numărul urmașilor ar fi fost într-adevăr impresionantă.

Calea Lactee contrazice prin simpla-i existență ideile lui Digges privind un număr infinit de stele răspândite uniform în spațiul infinit. Dacă ar fi așa, atunci telescopul ar trebui să găsească același număr de stele în orice direcție ar fi îndreptat. S-a văzut însă nu numai că stelele nu sînt egal distribuite în toate direcțiile, ci că formează un conglomerat cu o formă bine definită. Savantul britanic Thomas Wright (1711—1786) a fost primul care a susținut această opinie. El a afirmat în 1750 că sistemul stelar poate avea o formă asemănătoare cu cea a unei monede, sistemul solar aflîndu-se în apropierea centrului. Dacă privim de „sus“ „moneda“, vedem relativ puține stele pînă dăm de partea cealaltă, dincolo de care nu mai sînt stele. Dacă privim însă în planul axei orizontale a „monedei“ în orice direcție, marginea se află atît de departe, încît stelele foarte numeroase și foarte îndepărtate ajung să arate ca o ceață lăptoasă.

Calea Lactee era deci rezultatul privirii în planul axei orizontale a sistemului stelar. În toate celelalte direcții, marginea sistemului se află relativ aproape.

Întregul sistem stelar poate fi numit Calea Lactee, dar de obicei ne întoarcem la numele folosit în Grecia antică, *galaxias kyklos* (cercul de lapte). De aceea sistemului stelar este Galaxie.

Galaxia

Forma Galaxiei ar fi determinată mai exact dacă am putea număra stelele vizibile în diferitele părți ale cerului încercînd apoi să reconstituim forma care ar corespunde cifrelor determinate. William Herschel și-a asumat această sarcină în 1784.

Să numeri toate stelele de pe cer era, fără îndoială, o idee greu de pus în aplicare. Dar Herschel și-a dat seama că ar fi multumitoare studierea unor mostre de cer. A ales 683 de zone, împrăștiate pe tot cerul, și a numărat stelele pe care le vedea prin telescop în fiecare zonă. A observat că numărul de stele pe unitate de suprafață a cerului crește constant la apropierea de Calea Lactee, este maxim în planul Căii Lactee și minim în direcția perpendicularei pe acest plan.

După numărul de stele pe care le putea vedea în diferite direcții, Herschel s-a simțit îndreptățit să aprecieze cu aproximație numărul total de stele din Galaxie. El a hotărât că aceasta conține 300 000 000 de stele, de 50 000 de ori mai multe decât pot fi văzute cu ochiul liber. Mai mult decât atât, el a hotărât, că Galaxia are unul dintre diametre de 5 ori mai lung decât celălalt.

Herschel susținea că diametrul lung al Galaxiei este egal cu de 800 de ori distanța dintre Soare și Sirius, o stea strălucitoare. Pe vremea aceea, distanța nu era cunoscută, dar acum știm că ea reprezintă 8,63 ani-lumină — anul-lumină fiind distanța parcursă de lumină într-un an.¹

Herschel a ajuns la concluzia că Galaxia are o formă ovoidală, cu axa lungă de 7 000 de ani-lumină și axa scurtă de 1 300 de ani-lumină. Întrucît strălucirea Căii Lactee pare să fie mai mult sau mai puțin uniformă în toate direcțiile, s-a crezut că Soarele se află în centrul sau în apropierea centrului Galaxiei.

Cu mai bine de un secol mai târziu, operațiunea a fost reluată de astronomul olandez Jacobus Cornelius Kapteyn (1851—1922). Sarcina lui era simplificată de faptul că avea la dispoziție tehnica fotografiei. Și el a ajuns la concluzia că Galaxia este un ovoid, cu Soarele în apropierea centrului. El atribuia însă Galaxiei dimensiuni mult mai mari decât cele avansate de Herschel.

În 1906, el a apreciat mărimea diametrului lung al Galaxiei ca fiind de 23 000 de ani-lumină, iar pe cea a diametrului scurt la 6 000 de ani-lumină. În 1920, el a mărit dimensiunile la 55 000 și respectiv 11 000. În faza finală, Galaxia ajunsese să aibă un volum de 520 de ori mai mare decât cel calculat de Herschel.

Chiar în timp ce Kapteyn își termina harta Galaxiei, gîndirea astronomică suferea o transformare spectaculoasă.

Se descoperise că în interiorul Căii Lactee există o mulțime de nori de praf și gaze (precum cel aflat la originea sistemului nostru solar și poate și altora) și că acești nori ne întunecă vederea. Din cauza lor, nu putem vedea decât zona din Galaxie în care ne aflăm, și în această

¹ Întrucît lumina are o viteză de 299 792 km/sec, un an-lumină este lung de 9 460 000 000 000 km. Distanța pînă la Sirius este deci de 82 de miliarde de kilometri. E mai simplu să folosim ani-lumină.

zonă sîntem în centru. Dincolo de nori, ar putea să existe totuși imense regiuni stelare pe care nu le putem vedea.

Într-adevăr, odată cu punerea la punct a unor noi metode de apreciere a distanței la care se află îngrămădirile stelare îndepărtate, s-a dovedit că Soarele nostru nu este nici în centrul, și nici aproape de centrul Galaxiei, ci undeva pe la periferia ei. Cel dintîi astronom care a demonstrat justetea acestei opinii a fost Harlow Shapley, care a adus, în 1918, dovezi convingătoare în sprijinul afirmației că centrul Galaxiei s-ar afla la mare distanță, în direcția constelației Săgetătorului, zonă în care Calea Lactee este deosebit de densă și de strălucitoare. Adevărul centru era însă ascuns de nori de praf, ca și regiunile din apropierea centrului.

Începînd din 1920, ideile lui Shapley au fost cercetate și confirmate, iar în 1930, dimensiunile Galaxiei au fost stabilite prin eforturile astronomului american de origine elvețiană Robert Julius Trumpler (1886—1956).

Galaxia seamănă mai de grabă cu o lentilă decît cu un ou. Ea este mai groasă în centru și se subțiază treptat spre margini. Are un diametru de 100 000 de ani-lumină, iar Soarele se află la 27 000 de ani-lumină față de centru, cam la jumătatea distanței dintre centru și margine.

Grosimea Galaxiei este cam de 16 000 de ani-lumină în centru și cam de 3 000 de ani-lumină în dreptul Soarelui. Soarele se găsește cam la jumătatea distanței dintre partea de sus și cea de jos a Galaxiei, și de aceea Calea Lactee pare să împartă cerul în două jumătăți egale.

Știm acum că volumul Galaxiei este de patru ori mai mare decît cea mai optimistă apreciere a lui Kapteyn.

Într-un fel, Galaxia seamănă cu un imens sistem solar. În centru, jucînd rolul Soarelui, se găsește un „nucleu galactic” de formă sferică, cu un diametru de 16 000 de ani-lumină. Acesta reprezintă doar o mică parte a volumului total al Galaxiei, dar conține majoritatea stelelor. În jurul său sînt foarte multe stele situate pe orbite care ocolesc nucleul galactic la fel cum planetele înconjoară Soarele.

Astronomul olandez Jan Henrick Oort (n. 1900) a demonstrat în 1925 că Soarele se mișcă pe o orbită aproximativ circulară în jurul nucleului galactic, cu o viteză de aproximativ 250 km/sec. Această viteză este de circa 8,4 ori mai mare decît viteza de mișcare a Pămîntului în jurul Soarelui. Soarele și întregul sistem solar efectuează o

revoluție în jurul nucleului galactic o dată la 200 000 000 de ani, astfel că, în decursul existenței sale, Soarele a efectuat cam 25 de circuite în jurul nucleului galactic. Din viteza deplasării Soarelui în jurul nucleului galactic putem calcula atracția gravitațională exercitată asupra sa. Folosind această dată și distanța de la Soare la centrul Galaxiei, putem calcula masa nucleului galactic și, cu aproximație, pe cea a întregii Galaxii.

Masa Galaxiei este cu siguranță de 100 de miliarde de ori mai mare decât a Soarelui nostru, și unele calcule îi atribuie valori de 200 de miliarde de ori masa Soarelui.

Am putea adopta o valoare arbitrară, doar de dragul de a avea un număr la care să ne referim, alegînd un punct dintre extreme și spunînd (cu rezerva unor modificări posibile odată cu acumularea de date mai exacte) că masa Galaxiei este de 160 de miliarde de ori masa Soarelui.

Masa Galaxiei este împărțită între trei clase de obiecte cosmice. Ele sînt : 1. stelele ; 2. corpurile planetare neluminoase ; 3. norii de praf și de gaze.

Deși corpurile planetare neluminoase ar putea fi mult mai numeroase decât stelele, fiecare dintre ele este atît de mic în comparație cu o stea, încît totalul maselor planetare trebuie să fie comparativ mic. Și deși norii de praf și de gaze ocupă volume enorme, ei sînt atît de rarefiați, încît masa totală a norilor trebuie să fie comparativ mică.

Putem fi siguri că aproape întreaga masă a Galaxiei este reprezentată de stele. Deși propriul nostru sistem solar, de exemplu, conține doar un singur Soare și nenumărate planete, sateliți, asteroizi, comete, meteoriți și particule de praf cosmic, care se rotesc în jurul său, acest unic Soare conține cam 99,86% din masa totală a sistemului solar.

Stelele din Galaxie ar putea să nu reprezinte o parte atît de mare a masei totale, dar putem presupune fără prea mari riscuri că ele constituie 94% din masa Galaxiei. În acest caz, masa stelelor din Galaxie este egală cu de 150 de miliarde de ori masa Soarelui.

Putem oare transforma masa stelelor în numărul stelelor ?

Depinde de cît de reprezentativă este masa Soarelui în raport cu masa obișnuită a stelelor.

Soarele este un obiect cosmic uriaș în comparație cu Pământul și chiar cu Jupiter. Are un diametru de 1 392 000 km, de 110 ori mai mare decât diametrul Pământului. Are o masă de 2 milioane de miliarde de miliarde de kilograme, de 324 000 de ori masa Pământului. Cu toate acestea, nu este o stea remarcabilă.

Există stele de 70 de ori mai masive decât Soarele și cu o strălucire de un miliard de ori mai intensă. Există alte stele a căror masă este de 20 de ori mai mică decât a Soarelui (deci doar de 50 de ori mai mare decât masa lui Jupiter) și a căror lumină abia licărește, de un miliard de ori mai slabă decât cea a Soarelui.

În mare, se poate spune că Soarele este o stea mijlocie, aflată la fel de departe de extremele de gigantism și strălucire situate la un capăt al scalei stelare, ca și de dimensiunile pitice și paloarea situate la celălalt capăt al scalei.

Dacă distribuția stelelor ar fi uniformă de-a lungul unei scale a maselor și dacă Soarele ar fi, într-adevăr, o stea mijlocie, am putea presupune că există 150 de miliarde de stele în Galaxie.

Numai că există mult mai multe stele mici decât stele mari, astfel că putem aprecia masa unei stele medii cam la jumătate din masa Soarelui. (Există stele mici în care materia este foarte comprimată și foarte densă, dar masa lor nu este de obicei prea mare, astfel încât ele nu afectează media.)

Dacă masa totală a stelelor din Galaxie este de 150 de miliarde de ori masa Soarelui și dacă masa unei stele mijlocii este de 0,5 ori masa Soarelui înseamnă că există aproximativ 300 de miliarde de stele în Galaxie. Aceasta înseamnă că pentru fiecare stea pe care o vedem pe cer, și ea membru al Galaxiei, mai sînt încă 50 de milioane de alte stele în Galaxie pe care nu le putem vedea cu ochiul liber.

Alte galaxii

Asta e tot ? Există în Univers doar 300 de miliarde de stele ? Cu alte cuvinte, nu există decât o Galaxie ?

Să studiem cele două pete luminoase de pe cer care par să fie regiuni izolate ale Căii Lactee și care sînt situate într-o zonă a cerului sudic, invizibilă pentru obser-

vatorii din regiunea temperată a emisferei nordice. Ele au fost descrise pentru prima oară în anul 1521 de către cronicarul care însoțea expediția lui Magelan pornită să înconjure globul terestru — de aici le vine și numele de Marele și Micul Nor al lui Magelan.

Primul lor studiu detaliat a fost realizat de John Herschel, care a folosit în 1834 observatorul astronomic situat la Capul Bunei Speranțe (e vorba de expediția care a servit drept pretext „farsei lunare“). Ca și Calea Lactee, Norii lui Magelan s-au dovedit a fi compuși dintr-un mare număr de stele cu o strălucire foarte slabă, datorită distanței.

În primul deceniu al secolului al XX-lea, Henrietta Swan Leavitt (1868—1921) a studiat unele stele variabile din Norii lui Magelan. În 1912, aceste stele variabile (numite „cefeide“, fiindcă au fost descoperite pentru prima oară în constelația Cefeu) au făcut posibilă măsurarea unor distanțe care nu puteau fi calculate în alt mod.

Marele Nor al lui Magelan s-a dovedit a fi situat la o distanță de 170 000 de ani-lumină, iar Micul Nor al lui Magelan la 200 000 de ani-lumină. Ambii se află cu mult în afara Galaxiei. Fiecare dintre ei este o galaxie.

Nu sînt prea mari. Marele Nor al lui Magelan conține cam 10 miliarde de stele, iar Micul Nor al lui Magelan cam 2 miliarde. Galaxia noastră (pe care o numim Galaxia Căii Lactee, pentru a o deosebi de celelalte) este de 25 de ori mai mare decît cei doi Nori ai lui Magelan luați la un loc. Putem considera Norii lui Magelan drept galaxii satelite ale Căii Lactee.

Să fie asta tot ?

S-au născut bănuieli în legătură cu o pată difuză, palidă, cețoasă, de materie din constelația Andromeda, o pată palidă de lumină numită Nebuloasa din Andromeda. Nici cele mai perfecționate telescoape nu o puteau face să apară ca un conglomerat de stele slabe ca luminozitate. Drept care, ea a fost considerată ca fiind un nor strălucitor de praf și de gaze.

Mai erau cunoscuți asemenea nori strălucitori, care nu străluceau însă de la sine. Strălucneau fiindcă conțineau stele. În Nebuloasa din Andromeda nu pot fi văzute sau, mai exact, nu puteau fi văzute stele izolate. Numai că analiza altor nebuloase a arătat că lumina lor este cu totul diferită de cea a stelelor, pe cînd lumina Nebuloasei din Andromeda era identică cu lumina stelelor.

S-ar fi putut deci întâmpla ca Nebuloasa din Andromeda să fie un conglomerat de stele aflat la o distanță chiar mai mare decât cea la care se găsesc Norii lui Magellan, astfel încît stelele nu puteau fi individualizate.

Cînd Thomas Wright a sugerat, în anul 1750, că stelele se adună în discuri plate, el a lansat și ideea că mai există și alte asemenea discuri stelare, situate la mare distanță de noi. Ideea a fost preluată de filozoful german Immanuel Kant (1724—1804) în anul 1755. Kant vorbea despre „Universuri insulare“.

Ideea nu a avut succes. Pe vremea cînd Laplace și-a expus teoria formării sistemului solar dintr-un nor de praf și de gaze în rotație, el a citat Nebuloasa din Andromeda ca exemplu de nor care se rotește și se contractă lent pentru a forma un soare și planetele aferente. Din acest motiv, teoria sa a căpătat numele de ipoteză a Nebuloasei.

Pe la începutul secolului al XX-lea însă, vechile idei ale lui Wright și Kant au început să cîștige teren. Se vedeau din cînd în cînd stele din Nebuloasa din Andromeda, stele care erau, evident, „novae“, adică stele care cîștigau dintr-odată în strălucire cîteva ordine de magnitudine, după care păleau din nou. Păreau să fie stele ale Nebuloasei din Andromeda, prea palide pentru a putea fi observate în mod obișnuit din cauza depărtării la care se aflau, dar care, ajungînd pentru scurtă vreme la o strălucire violentă, explozivă, deveneau destul de luminoase pentru a putea fi vizibile.

Există asemenea „novae“ care apar, din cînd în cînd, printre stelele Galaxiei noastre; comparîndu-le strălucirea aparentă cu strălucirea unor „novae“ foarte palide din Nebuloasa din Andromeda, putea fi calculată cu aproximație distanța pînă la Andromeda.

Prin 1917, lucrurile erau lămurite. Fusese instalat pe muntele Wilson, la nord-est de Pasadena, California, un nou telescop cu o oglindă de 2,5 m în diametru. Era cel mai mare și cel mai perfecționat telescop al epocii. Folosindu-l, astronomul american Edwin Powell Hubble (1889—1953) a reușit să vadă marginile Nebuloasei din Andromeda transformîndu-se în mulțimi de stele foarte palide.

Din acel moment s-a vorbit despre „Galaxia din Andromeda“.

Folosind cele mai moderne metode de determinare a distanței, s-a dovedit că Galaxia din Andromeda se află la 2 200 000 de ani-lumină depărtare, de 11 ori mai departe decât Norii lui Magelan. Nu e de mirare că nu se vedeau stelele. Galaxia din Andromeda nu este tocmai mică. Ea pare să fie de două ori mai mare decât Calea Lactee și să conțină cam 600 de miliarde de stele.

Galaxia Căii Lactee, Galaxia din Andromeda și cei doi Nori ai lui Magelan sînt legate gravitațional. Ele formează o „îngrămădire de galaxii” numită Grupul Local, care numără împreună vreo 20 de membri. Unul dintre ei, Maffei I, este situat la 3 200 000 de ani-lumină și are dimensiuni aproape egale cu Calea Lactee. Ceilalți sînt reprezentați de galaxii mici, unele conținînd chiar mai puțin de un milion de stele.

S-ar putea să existe peste 1,5 bilioane de stele în Grupul Local, dar nu este cazul să ne oprim aici.

Dincolo de Grupul Local, mai există alte galaxii, unele izolate, altele în grupuri mici, altele în imense îngrămădiri cu mii de membri. Cu ajutorul telescoapelor moderne pot fi detectate pînă la un miliard de galaxii, aflate la distanțe de pînă la un miliard de ani-lumină.

Nici asta nu e totul. Avem toate motivele să credem că, folosind instrumente suficient de perfecționate, putem efectua observații pînă la distanțe de 12 miliarde de ani-lumină înainte de a atinge o limită absolută dincolo de care observațiile devin imposibile. Ar putea deci exista peste o sută de miliarde de galaxii în Universul observabil.

Așa cum Soarele este o stea de mărime mijlocie, Calea Lactee este o galaxie de mărime mijlocie. Există galaxii cu mase de 100 de ori mai mari decât masa Căii Lactee și galaxii minuscule a căror masă reprezintă doar a suta mia parte din masa Căii Lactee.

Ca de obicei, obiectele mici aparținînd unei clase anume există în număr mult mai mare decât obiectele mari. Astfel că putem spune că numărul stelelor dintr-o galaxie de dimensiuni medii, cam de mărimea Marelui Nor al lui Magelan, este de 10 miliarde.

Asta înseamnă că în Universul observabil se găsesc cel puțin 1 000 000 000 000 000 000 000 (un miliard de bilioane) de stele.

Această cifră ne face să fim aproape siguri că există inteligență extraterestră. La urma urmei, existența inteli-

genței nu are o probabilitate egală cu zero fiindcă existăm noi. Și dacă ar fi un fenomen cu o probabilitate apropiată de zero, simpla apreciere a unei probabilități apropiate de zero pentru un număr de un miliard de bilioane de stele ne poate da certitudinea existenței inteligenței și chiar a civilizației tehnologice, undeva, în acest număr imens.

Dacă probabilitatea existenței unei civilizații tehnologice ar fi de 1 la un miliard de stele, aceasta ar însemna că în întregul Univers ar exista cel puțin un bilion de asemenea diferite civilizații.

Să vedem acum dacă putem transforma aprecierile în cifre reale sau cel puțin în cifre plauzibile.

Să ne ocupăm, în primul rând, de propria noastră Galaxie. Dacă există civilizații extraterestre în Univers, cele din propria noastră Galaxie ne interesează în mod special întrucât sînt mult mai aproape de noi decît celelalte. Cifrele la care ajungem, și care ne interesează în ceea ce privește Galaxia noastră, pot fi cu ușurință transformate în cifre semnificative pentru celelalte galaxii.

Dacă începem cu o cifră referitoare la Galaxia noastră și o împărțim la 30, vom obține cifra analoagă pentru o galaxie mijlocie. Dacă pornim de la o cifră referitoare la Galaxia noastră și o înmulțim cu 3,3 miliarde, obținem cifra analoagă valabilă pentru întregul Univers.

Să începem deci cu o cifră pe care am mai pomenit-o :

1) Numărul de stele din Galaxia noastră =
300 000 000 000.

Capitolul 6

SISTEME PLANETARE

Ipoteza nebuloasei

Existența stelelor, oricît de multe ar fi ele, nu garantează existența civilizațiilor și nici măcar a vieții, dacă nu avem decît stele. Stelele pun la dispoziție energia necesară, dar viața nu se poate dezvolta decît la o temperatură compatibilă cu supraviețuirea compușilor organici complecși care reprezintă fundamentul ei.

Asta înseamnă că trebuie să existe o planetă în vecinătatea stelei. Pe acea planetă, încălzită și alimentată cu energie de către stea, am putea găsi viață.

De aceea nu ne ocupăm de stele, ci de sisteme planetare, dintre care propriul nostru sistem solar este singurul exemplu pe care îl cunoaștem cu siguranță și în detaliu.

Din păcate, în afară de Soare, nu putem studia vecinătatea vreunei alte stele suficient de detaliat pentru a putea fi în stare să detectăm direct prezența unor planete.¹

Să considerăm oare această afirmație ca pe o dovadă a propriului eșec, ca pe o imposibilitate de a trage concluzii asupra inteligenței extraterestre ?

Nu neapărat. Dacă reconstituim procesul formării propriului nostru sistem solar, ajungem și la unele concluzii privind probabilitatea formării altor sisteme planetare.

Prima teorie legată de formarea sistemului solar considerată ca ispititoare de mulți astronomi a fost ipoteza nebuloasei, lansată de Laplace, pe care am mai menționat-o. (De fapt, o ipoteză asemănătoare a fost formulată de Kant în 1755, cu jumătate de secol înaintea lui Laplace.)

¹ Avem dovezi vagi și indirecte privind existența acestora. Vom reveni asupra acestui subiect.

Dacă Soarele s-a format din condensarea unui nor de praf și de gaze aflat în rotație (și se văd mulți astfel de nori, atât în Galaxia noastră, cât și în altele), putem presupune că și alte stele s-au format în același mod. Întrucât Soarele nostru poate fi reprezentat în timpul condensării într-o rotație din ce în ce mai rapidă, însoțită de pierderea unor inele de materie din regiunea ecuatorială — inel după inel —, ceea ce a dus la formarea planetelor, și alte stele s-ar fi putut comporta identic în timpul formării lor.

În acest caz, fiecare stea ar avea un sistem planetar propriu.

Nu putem însă ajunge la această concluzie bazându-ne pe ipoteza nebuloasei decât dacă teoria formării planetelor ar rezista unei investigații detaliate, ceea ce nu se întâmplă.

În 1857, Maxwell (care avea să formuleze teoria cinetică a gazelor) s-a ocupat de modul de formare al inelelor lui Saturn. El a afirmat că dacă inelele ar fi structuri solide (așa cum păreau a fi, văzute prin telescop), ele ar fi distruse de atracția gravitațională a lui Saturn. Părea deci că inelele trebuie să fie compuse dintr-un număr foarte mare de particule relativ mici, destul de apropiate pentru a avea aspect de solid atunci când sînt privite de la mare depărtare.

Analiza matematică a lui Maxwell s-a dovedit aplicabilă inelului de praf și de gaze, pierdut probabil de nebuloasă în timpul contracției ei, care a dus la condensarea Soarelui. Dacă matematica lui Maxwell ar fi fost corectă, era greu de înțeles modul în care un astfel de inel s-ar fi condensat, formînd o planetă. În cel mai bun caz, ar fi format o centură de asteroizi.

S-a mai ridicat o obiecție serioasă legată de problema momentului unghiular, măsura tendinței de rotație a unui corp izolat sau a unui sistem de corpuri.

Momentul unghiular depinde de doi factori: viteza fiecărei particule de materie, care, fie se rotește în jurul unei axe, fie execută o mișcare de revoluție în jurul unui alt corp, sau efectuează ambele acțiuni, și distanța dintre fiecare particulă de materie și centrul mișcării de rotație sau revoluție. Momentul unghiular total al unui corp izolat nu poate varia cantitativ, indiferent de schimbările care se petrec în sistem. Numim acest fapt, legea conservării momentului unghiular (sau cinetic). În conformitate cu această

lege, viteza de rotație crește pentru a compensa micșorarea distanței, și viceversa.

În patinajul artistic, principiul este demonstrat în cazul în care patinatorul sau patinatoarea încep o piruetă cu brațele întinse și apoi le aduc lângă corp. În cazul acestei condensări, ca să zicem așa, a corpului uman, viteza de rotație crește imediat, pentru a scădea din nou, tot imediat, în cazul întinderii brațelor.

Atunci când nebuloasa aflată în rotație pierde un inel de materie, acest inel de materie nu poate reprezenta decât o foarte mică parte din nebuloasă. (Ceea ce este evident, întrucât inelul se condensează într-o planetă cu mult mai mică decât Soarele.) Fiecare fragment de materie din inel are un moment unghiular mult mai mare decât vreo particulă de materie din corpul nebuloasei, întrucât inelul se desprinde la nivelul centurii ecuatoriale, unde atât viteza de rotație cât și distanța în raport cu axa de rotație sînt maxime. Cu toate acestea, momentul unghiular *total* al inelului reprezintă doar o fracțiune infimă a momentului unghiular total al restului imensei nebuloase.

Ne-am putea aștepta deci ca Soarele de azi, chiar după ce a pierdut materia necesară formării tuturor planetelor, să rețină o bună parte din momentul unghiular al nebuloasei originare. Ritmul rotației sale trebuie să se fi accelerat atât de mult în timpul condensării, încît viteza actuală de rotație în jurul propriei axe ar trebui să fie fulminantă.

Ei bine, nu-i așa. Un punct aflat pe ecuatorul Soarelui are nevoie de nu mai puțin de 26 de zile pentru a efectua o rotație completă în jurul axei Soarelui. Punctele aflate la nord sau la sud de ecuator au nevoie de și mai multă vreme. Asta înseamnă că Soarele nu a păstrat decât foarte puțin din momentul unghiular.

Soarele conține de fapt 99,8% din masa totală a sistemului solar, dar numai 2% din momentul unghiular al sistemului. Tot restul momentului unghiular este conținut în diferitele corpuri cerești mai mici care se rotesc în jurul propriilor axe și în jurul Soarelui.

Peste 60% din momentul unghiular al sistemului nostru planetar îi aparțin lui Jupiter și alte 25% lui Saturn. Aceste două planete, a căror masă reprezintă doar 1/800 din masa Soarelui, au un moment unghiular de 40 de ori mai mare decât acesta.

Dacă toate lumile în rotație aflate în sistemul solar și-ar termina spirala în Soare, oferindu-i acestuia și momentul lor unghiular (așa cum ar trebui s-o facă conform legii conservării momentului unghiular), Soarele și-ar efectua rotația în jurul propriei sale axe în doar jumătate de zi.

Se pare că nu există nici un mod de concentrare a momentului unghiular în minusculele inele care se desprind și apoi se despart de regiunea ecuatorială a nebuloasei aflate în rotație. În clipa în care problema momentului unghiular era înțeleasă în ultimele decenii ale secolului al XIX-lea, ipoteza nebuloasei primea lovitura de grație.

Ciocniri stelare

În căutarea unei explicații a originii sistemului solar care să concorde cu distribuția specifică a momentului cinetic unghiular, astronomii s-au îndepărtat treptat de teoriile evolutive ale procesului formării planetelor — e vorba de teoriile care postulează schimbări lente, dar inexorabile. Ei s-au orientat spre teoriile catastrofice conform cărora planetele se formează printr-o schimbare violentă, care nu este o parte inevitabilă a procesului, ci una neașteptată.

În asemenea teorii, nebuloasa originară aflată în rotație se condensează uniform pentru a deveni Soare, fără a se forma planete. Evoluind în spațiu în strălucirea-i solitară, Soarele este implicat într-o catastrofă care duce la formarea planetelor și le transferă momentul unghiular.

Prima teorie catastrofică a fost lansată în 1745, cu 10 ani înainte ca filozoful Kant să fi avansat propria-i versiune a ipotezei nebuloasei¹. Ea îi aparține naturalistului francez Georges Louis Leclerc de Buffon (1707—1788).

Buffon sugera că planetele, inclusiv Pământul, s-au format în urmă cu aproximativ 75 000 de ani, ca rezultat al ciocnirii dintre Soare și un alt corp ceresc de

¹ Orice explicație a formării sistemului solar bazată pe fapte naturale n-ar fi putut apărea cu mult mai devreme. Intensitatea convingerilor creaționiste (adică formarea Universului în conformitate cu descrierea din primul capitol al Cărții Facerii) era atât de mare pe atunci, încât oricine devia de la ele se expunea unor mari pericole.

ari dimensiuni, pe care el îl numea cometă. (Pe vremea aceea, natura cometelor nu era încă cunoscută, se ştia doar că ele se apropie foarte mult de Soare.) Viaţa, credea el, apăruse la 35 000 de ani după formarea Pământului. Aceste idei veneau în conflict cu credinţa că Dumnezeu crease atât Pământul, cât şi viaţa, în urmă cu ceva mai puţin de 6 000 de ani.

Ideile lui Buffon, nu prea detaliat formulate, au trecut pe planul doi odată cu creşterea popularităţii ipotezei nebuloasei. După 1880, atunci când ipoteza nebuloasei a început să fie pusă la îndoială în legătură cu momentul unghiular, noţiunea de catastrofă a fost repusă în drepturi.

Astronomul englez Alexander William Bickerton (1842—1929) susţinea că Soarele a trecut relativ aproape de o altă stea. Influenţa lor gravitaţională reciprocă a desprins din ele un curent de materie care s-a îndepărtat. După despărţirea celor două stele, influenţa lor gravitaţională a atras din nou curentul de materie, modificându-i caracteristicile dinamice şi asigurându-i un moment unghiular intens în raport cu obiectele astronomice implicate. Din curenţii de materie smulşi de această ciocnire rotată s-au format planetele. Două stele solitare erau cît pe ce să se ciocnească ; au rezultat două stele cu sisteme planetare. Era o imagine dramatică.

În acea perioadă, după 1880, fuseseră observate multe galaxii, cu ajutorul telescoapelor, şi multe dintre aceste galaxii erau compuse dintr-un nucleu strălucitor, în jurul căruia se aflau structuri în spirală. Prima observaţie de acest fel a fost efectuată în anul 1845 de astronomul irlandez William Parsons, conte de Rosse (1800—1867). Nu se ştia pe atunci că aceste „nebuloase în spirală“ sînt uriaşe aglomerări de stele aflate la mare depărtare, asemănătoare cu propria noastră Galaxie. Se credea că sînt mici formaţiuni din interiorul Galaxiei noastre, iar Bickerton era convins că ele reprezintă sisteme planetare în perioada formării lor, braţele spiralei fiind curenţii de materie smulşi din Soarele central şi care se curbează pentru a-şi începe mişcările de revoluţie.

Teoria formării sistemelor planetare în urma unor catastrofe, a unor cataclisme cosmice, a fost destul de răspîndită printre astronomi în următorii 50 de ani. James Hopwood Jeans (1877—1947) susţinea că din Soare s-a desprins un curent de materie de forma unei ţigări de

foi și că Jupiter și Saturn s-au format din partea cea mai groasă a curentului, de unde și mărimea lor. Jeans era un excelent autor de știință popularizată și a reușit să impresioneze publicul larg cu propria-i teorie privind formarea sistemului solar, mai mult decât oricare altul.

O analiză atentă a teoriei cataclismelor ridică mai multe probleme. Puteau oare curenții de materie ieșiți din Soare să se întindă destul de departe pentru a da naștere planetelor exterioare? Putea oare influența gravitațională a altei stele să transfere planetelor un moment cinetic unghiular destul de intens?

Ca urmare, astronomii au încercat rînd pe rînd să transforme teoria pentru a o face mai plauzibilă. Unii au sugerat chiar o ciocnire, un contact în locul unei simple întîlniri. Astronomul american Henry Norris Russell (1877—1947) susținea chiar că Soarele a făcut parte din sistemul unei stele duble, planetele născîndu-se din cea mai caldă stea, al cărei moment unghiular îl posedă.

Cu toate dificultățile, teoriile catastrofice au domnit pînă prin 1930, fapt care prezintă un interes crucial în legătură cu teza inteligenței extraterestre.

Dacă ipoteza nebuloasei, sau oricare altă teorie evolutivă a formării sistemului solar, ar fi corectă, aceasta înseamnă că formarea planetelor face parte din dezvoltarea normală a unei stele și că există, în principiu, tot atîtea sisteme planetare cîte stele sînt. În acest caz, șansele de existență ale inteligenței extraterestre ar fi fost foarte mari.

Pe de altă parte, teoriile catastrofice consideră formarea planetelor ca pe un accident, și nu ca pe un fapt inevitabil, care depindea de un soi de viol cosmic, de întîlnirea întîmplătoare a două stele.

Numai că stelele sînt atît de departe una de alta și se mișcă atît de încet în raport cu distanța care le separă, încît șansele unei ciocniri sau ale unei întîlniri apropiate sînt extrem de mici. În toată existența ei, o stea precum Soarele are doar o șansă din cinci miliarde să se apropie mult de o altă stea. În întreaga existență a Galaxiei s-au produs cel mult 15 asemenea întîlniri apropiate în afara nucleului galactic.

Dacă vreuna din formele teoriei cataclismelor ar corespunde realității, ar însemna că există foarte puține sisteme planetare în Galaxie, iar șansa vreuneia dintre

...stea de a adăposti o civilizație (face excepție, desigur, nostru) ar fi cât se poate de redusă.

Din fericire însă pentru șansele inteligențelor extraterestre, teoriile catastrofice s-au dovedit a fi tot mai șubrede odată cu trecerea timpului.

Cu toate modificările introduse, nu se putea găsi o explicație rezonabilă pentru mărimea momentului cinetic unghiular al planetelor. Orice mecanism imaginat în această privință le-ar fi putut da planetelor viteze suficient de mari pentru a le face să evadeze din sistemul solar.

Mai apoi, în anii '20, astronomul englez Arthur Stanley Eddington (1882—1944) a calculat temperatura internă a Soarelui (și a stelelor, în general). Imensul câmp gravitațional al Soarelui tinde să comprime materia, să o atragă spre interior, și totuși Soarele este în întregime gazos și are o densitate de patru ori mai mică decât a Pământului. De ce nu se condensează el pentru a ajunge la densități mult mai mari, sub inexorabilul efect al gravitației?

Pentru Eddington, numai efectul de dilatare produs de căldura internă ar fi putut contracara contracția gravitațională. Eddington a calculat temperaturile necesare echilibrului dintre atracția gravitațională și expansiunea termică și a demonstrat convingător că temperaturile din miezul Soarelui ajung la milioane de grade.

Dacă, deci, în urma unei ciocniri sau a unei întâlniri s-ar fi desprins din Soare, sau dintr-o stea, mari cantități de materie, acea materie s-ar afla la temperaturi mult mai ridicate decât se credea. Materia ar fi atât de fierbinte, spunea în 1939 astronomul american Lyman Spitzer Jr. (n. 1914), încât nu s-ar putea în nici un caz condensa în planete. Ea s-ar evapora și ar dispărea.

Din nou despre ipoteza nebuloasei

La începutul anilor '40, ipoteza nebuloasei murise de mult, iar teoria cataclismelor tocmai fusese ucisă, ceea ce stârnea sentimente de anxietate, convingerea că nici o teorie nu va putea explica existența sistemului solar. Se părea că aveau să se ajungă la soluția disperată a credinței în intervenția divină pentru a forma sistemul solar, sau la convingerea că acesta, pur și simplu, nu există.

În 1944 însă astronomul german Carl Friedrich von Weizsäcker (n. 1912) s-a întors la o formă a ipotezei nebuloasei în care a introdus o serie de rafinamente devenite posibile prin acumularea de cunoștințe petrecută în secolul și jumătate care îl separa de Laplace ¹.

În conformitate cu noua versiune, Soarele nu s-a contractat pierzînd inele de gaze. În schimb, s-a contractat nebuloasa originară, care a pierdut în timpul contracției gaze și praf. În acest amestec de gaze și praf au apărut turbulențe — un soi de vârtejuri uriașe.

În zonele de întîlnire a vârtejurilor, particulele de materie se ciocneau formînd particule mai mari. Chiar la marginile nebuloasei originare, acest proces de formare a particulelor a dus la apariția unei uriașe centuri de mici corpuri cerești înghețate, care, din cînd în cînd, își modifică orbitele sub influența atracției gravitaționale a stelelor apropiate și pătrund în sistemul solar interior. Ele ne apar sub formă de comete ².

Mai aproape de Soare, acolo unde norii de gaze și de praf sînt mai denși și mai masivi, se formează corpuri cerești mai mari — planetele.

Nu a fost ușor de explicat mecanismul exact al apariției planetelor din turbulență. Astronomi, precum Kuyper, și chimiști, precum americanul Harold Clayton Urey (n. 1893), au îmbunătățit teoriile lui Weizsäcker și au sugerat mecanisme care permiteau, în aparență, o cunoaștere satisfăcătoare a planetelor.

Mai rămînea însă de rezolvat problema momentului unghiular. De ce se rotește Soarele atît de încet încît momentul unghiular aparține aproape în întregime planetelor ? Ce a încetinit Soarele ?

Laplace a înțeles foarte bine mecanismele gravitației, cel mai bine dintre contemporanii săi, și am putea spune că de atunci el nu a fost depășit decît de puține ori. Numai că pe vremea lui Laplace nu erau încă înțelese cîmpurile electromagnetice ale stelelor și planetelor. Astrô-

¹ O teorie similară a fost lansată simultan și independent de către astronomul sovietic Otto Iulievici Schmidt (1891—1956), al cărui sat natal se află la doar 130 km de locul unde m-am născut eu.

² Existența unei astfel de centuri îndepărtate de comete a fost postulată pentru prima oară în 1963 de către astronomul american Fred Lawrence Whipple (n. 1906), mult după ce Weizsäcker își lansase teoria. Mult mai tîrziu, Oort a adus unele date suplimentare și a plasat această centură la mare depărtare de Soare, poate chiar la doi ani-lumină.

omii știu acum mult mai multe lucruri în legătură cu aceste timpuri, care pot fi luate în considerație în orice descriere a originii sistemului solar.

Astronomul suedez Hannes Olof Gösta Alfvén (n. 1908) a realizat o descriere detaliată a modului în care Soarele pierde materie la începutul existenței sale (așa cum se întâmplă astăzi cu vântul solar) și cum această materie câștiga moment unghiular sub influența câmpului electromagnetic al Soarelui. Acest câmp electromagnetic a transferat momentul cinetic unghiular de la Soare la materia aflată în afara Soarelui, făcând astfel posibilă coincidența între distanța planetelor față de Soare și mărimea momentului lor unghiular.

Astăzi, la o treime de secol după revenirea ipotezei nebuloasei, astronomii o acceptă cu multă încredere, împreună cu consecințele ei.

În noua versiune a ipotezei nebuloasei, planetele exterioare nu sînt mai vechi decît planetele interioare; toate planetele, împreună cu Soarele, au aceeași vîrstă.

Mai mult decît atît, dacă Soarele și planetele s-au format din aceleași vîrtejuri de praf și de gaze, toate dezvoltîndu-se în cadrul aceluiași proces, atunci devine foarte probabil ca orice stea precum Soarele (și poate chiar orice fel de stea) să se dezvolte în acest mod. Ar trebui, în acest caz, să existe foarte multe sisteme planetare în Univers, poate chiar tot atîtea sisteme planetare cîte stele sînt.

Stele în rotație

Putem oare controla în vreun fel sugestia universalității sistemelor planetare? Teoriile sînt bune și frumoase, dar dacă putem aduna dovezi palpabile, oricît de vagi ar fi ele, cu atît mai bine.

Să presupunem că sîntem în posesia unor dovezi privind raritatea sistemelor planetare. Atunci ar trebui să considerăm greșită teoria formării sistemelor planetare emisă de Weizsäcker sau, cel puțin, să o considerăm pasibilă de serioase modificări. Poate că o stea s-a format în singuratica ei strălucire și a trecut mai apoi printr-un alt nor de praf și de gaze (în spațiu există o mulțime de astfel de nori) și a colectat gravitațional o parte a norului. În acest caz, turbulențele din cel de-al doilea nor ar fi

putut forma în cele din urmă planetele, care ar fi mai tinere decît Soarele, poate chiar mult mai tinere.

Aceasta ar însemna să ne întoarcem la o formă a teoriilor catastrofice, deşi trecerea Soarelui printr-un nor de gaze nu este nici pe departe un eveniment la fel de violent precum ciocnirea sau înfrîngerea apropiată a două stele. Ar fi totuşi un eveniment accidental, care n-ar avea ca rezultat decît existenţa unui număr mic de sisteme planetare.

Pe de altă parte, dacă s-ar dovedi cu siguranţă că foarte multe stele sînt înconjurate de planete, nu ne-am putea aştepta ca acest fenomen să se petreacă la modul cataclismic. Ar trebui să fie corectă o versiune a ipotezei nebuloasei, implicînd formarea obligatorie sau aproape obligatorie a unei planete în apropierea unei stele.

Numai că, din păcate, nu prea putem vedea dacă stelele sînt înconjurate de planete. Chiar la distanţa la care se află cea mai apropiată stea (Alpha Centauri, care se găseşte la 4,3 ani-lumină de noi), nu există posibilitatea de a vedea o planetă cît Jupiter, sau chiar mai mare. O asemenea planetă ar fi prea mică pentru ca noi să putem vedea cum reflectă lumina propriei stele. Chiar dacă s-ar inventa un telescop care ar putea depista acea palidă scîlpire de lumină reflectată, apropierea luminii mult mai intense a stelei ar face imposibilă această tentativă.

Trebuie deci să renunţăm pe moment la încercarea de a vedea direct planetele şi să facem apel la metode indirecte.

Să ne referim la Soarele nostru, stea care are, cu siguranţă, un sistem planetar. Soarele este remarcabil datorită faptului că se roteşte extrem de lent în jurul axei sale, nu de alta, dar 98% din momentul unghiular al sistemului rezidă în masa nesemnificativă a planetelor sale.

Dacă momentul unghiular ar trece de la Soare la planete (indiferent de mecanism) în timpul formării planetelor, am avea atunci dreptul să presupunem că momentul unghiular trece întotdeauna de la stea la planetele acesteia. Deci, dacă o stea are un sistem planetar, ne putem aştepta ca rotaţia sa în jurul propriei axe să fie relativ lentă ; dacă nu are, ne putem aştepta ca ea să se rotească relativ rapid.

Dar cum să măsurăm ritmul de rotaţie al unei stele care, chiar văzută prin cele mai perfecţionate telescoape, apare doar ca un punct luminos ?

De fapt, putem afla foarte multe din lumina stelei, chiar dacă steaua însăși nu este decît un punct luminos. Lumina stelei este un amestec de radiații luminoase cu lungimi de undă diferite. Gama lungimilor de undă ale luminii se întinde de la undele scurte ale luminii violete pînă la undele lungi ale luminii roșii, formînd ceea ce se numește un „spectru“.

Instrumentul cu ajutorul căruia este produs spectrul se numește „spectroscop“.

Spectrul a fost demonstrat în cazul luminii solare de către Isaac Newton în anul 1665. Fizicianul german Joseph von Fraunhofer (1787—1826) a arătat în anul 1814 că spectrul solar este întrerupt de numeroase linii întunecate care s-au dovedit ulterior a fi lungimi de undă absente. Erau lungimile de undă ale luminii care fuseseră absorbite de atomii din atmosfera Soarelui înainte de a ajunge pe Pămînt. În anul 1859 fizicianul german Gustav Robert Kirchhoff (1824—1887) a arătat că liniile întunecate din spectru sînt „amprente“ diferitele elemente, întrucît atomii fiecărui element emit sau absorb lungimi de undă pe care nu le emit și nu le absorb atomii nici unui alt element. Spectroscopia putea fi folosită nu numai pentru a analiza mineralele de pe Pămînt, ci și pentru a descifra structura chimică a Soarelui.

Arta spectroscopiei a atins rafinamentul de a putea transforma lumina stelelor, mult mai slabă decît lumina Soarelui, în spectre.

Se puteau afla multe din liniile întunecate prezente în spectrele stelare. Dacă, de exemplu, liniile întunecate din spectrul unei stele sînt ușor deplasate spre roșu, asta înseamnă că steaua se îndepărtează de noi cu o viteză care poate fi calculată în raport cu mărimea deplasării. Dacă liniile întunecate sînt deplasate spre capătul violet al spectrului, steaua se apropie de noi.

Semnificația acestor „deplasări spre roșu“ sau „deplasări spre violet“ a fost clarificată de cercetările efectuate asupra undelor sonore în anul 1842 de către fizicianul austriac Christian Johann Doppler (1803—1853) și aplicate apoi undelor luminoase în anul 1848 de către fizicianul francez Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819—1896).

Să presupunem acum că o stea se rotește și că ea este astfel situată în spațiu, încît nici unul dintre poli ei nu este îndreptat spre noi, ci că fiecare dintre poli se află cumva în apropierea marginilor stelei, așa cum o vedem

noi. În acest caz, pe o parte a stelei aflate între poli, suprafața se apropie de noi, în timp ce suprafața opusă se îndepărtează de noi. Lumina venind dintr-o parte deviază ușor liniile întunecate din spectru spre violet, în timp ce lumina venind din cealaltă parte deviază ușor liniile spre roșu. Liniile întunecate, deplasându-se în ambele direcții, ne apar mai late decât de obicei. Cu cât steaua se rotește mai repede, cu atât sînt mai late liniile întunecate din spectrul ei.

Ideea a fost sugerată pentru prima oară în anul 1877 de astronomul englez William de Wiveleslie Abney (1843—1920); descoperirea liniilor late produse de rotație îi aparține astronomului american Frank Schlesinger (1871—1943), care a realizat-o în anul 1909. Dar abia după 1920 studiul rotației stelelor a început să cîștige teren, mai cu seamă prin activitatea astronomului american de origine rusă Otto Struve (1897—1963).

S-a observat, într-adevăr, că unele stele se rotesc lent. Un punct de pe ecuatorul Soarelui se deplasează doar cu 2 km/sec în timpul cît Soarele își execută rotația lentă în jurul axei sale; multe alte stele au o viteză ecuatorială de rotație identică sau doar cu puțin mai mare. Pe de altă parte, unele stele execută piriute atât de rapide în jurul axei lor, încît ating viteze ecuatoriale între 250 și 500 km/sec.

Am putea fi ispitiți să presupunem că stelele cu rotație lentă au planete cărora le-au cedat momentul unghiular, în timp ce stelele cu rotație rapidă nu au planete și și-au păstrat în întregime, sau aproape în întregime, momentul unghiular inițial.

Mai aflăm însă și alte lucruri folosind metodele menționate. Atunci cînd au fost studiate pentru prima oară spectrele stelare, a devenit clar faptul că unele stele au un spectru asemănător cu cel al Soarelui, spre deosebire de altele. Spectrele stelare sînt atât de diferite unele de altele, încît, încă în 1867, Secchi (astronomul care l-a anticipat pe Schiaparelli în privința descoperirii canalelor marțiene) a sugerat clasificarea acestor spectre.

Ceea ce s-a și întîmplat, astfel încît, în cele din urmă, diversele tentative de a eticheta clasele spectrale s-au încheiat prin alcătuirea unei liste compuse din literele O, B, A, F, G, K, M, în care O reprezintă cele mai masive, mai fierbinți și mai strălucitoare stele cunoscute, urmate de clasa B, apoi de clasa A, și așa mai departe pînă la

clasa M, care cuprinde stelele cele mai mici, cele mai reci și cele mai palide. Soarele nostru aparține clasei spectrale G, ocupînd astfel o poziție pe la mijlocul listei.

Studiul din ce în ce mai detaliat al spectrelor stelare a dus la împărțirea fiecărei clase spectrale în zece sub-clase : BO, B1, ...B9 ; AO, A1, ...A9 etc. Soarele nostru aparține clasei spectrale G2.

Colaboratorul lui Struve, astronomul american Christian Thomas Elvey (n. 1899) a observat în anul 1931 că, cu cît o stea este mai masivă, cu atît sînt mai mari șansele ei de a face parte din cele care se rotesc repede. Stelele din clasele spectrale O, B și A, împreună cu stelele F mai mari, de la FO la F2, sînt, în marea lor majoritate, stele cu rotație rapidă.

Stelele din clasele spectrale F2—F9, G, K și M sînt aproape fără excepție stele cu rotație lentă.

Vedem deci că jumătate din clasele spectrale fac parte din categoria repede-rotitoarelor și jumătate din cea a încet-rotitoarelor, ceea ce nu se traduce însă printr-o împărțire egală a numărului total de stele. Există mult mai multe stele mici decît stele mari, astfel încît există cu mult mai multe stele din clasa spectrală G, sau mai mici, decît stele din clasa spectrală F, sau mai mari. De fapt, numai 7% din numărul total al stelelor este cuprins în clasele spectrale de la O la F2.

Cu alte cuvinte, doar 7% dintre stele se rotesc rapid, în timp ce 93% dintre stele se rotesc lent. Aceasta ne-ar putea face să credem că cel puțin 93% dintre stele au sisteme planetare.

Nici măcar nu putem elimina liniștiți stelele care se rotesc rapid, aflate în procent de 7%. Ele cuprind unele stele deosebit de masive, al căror moment unghiular inițial pare să fie cu mult mai mare decît cel al stelelor mai mici. Asta ar însemna că le-ar fi putut rămîne destul moment unghiular pentru o rotație rapidă chiar după ce ar fi cedat o parte a acestuia planetelor lor.

Pierderea de moment unghiular în favoarea planetelor cere timp și, așa cum vom vedea, stelele cu adevărat masive sînt toate stele tinere. Poate că nu au avut încă destul timp la dispoziție pentru a-și transfera momentul cinetic unghiular.

Ținînd seama de datele legate de rotația stelelor, putem trage liniștiți concluzia că cel puțin 93% — dacă nu chiar 100% — dintre stele au sisteme planetare.

Până aici toate bune și frumoase, însă trebuie să recunoaștem că stelele se pot roti repede sau încet din motive care nu au nici o legătură cu planetele. Unele stele se pot forma din nori care au avut un moment unghiular inițial mai mare sau mai mic.

Trebuie deci să căutăm și alte dovezi ?

Trebuie, dacă ne gândim că, atunci când două corpuri se atrag gravitațional, atracția este reciprocă. Soarele îl atrage pe Jupiter, dar și Jupiter atrage Soarele.

Dacă două corpuri care se atrag gravitațional reciproc ar avea mase perfect egale, nici unul, la drept vorbind, nu s-ar roti în jurul celuilalt. Contribuind egal la interacțiunea gravitațională, ele s-ar roti în jurul unui punct aflat exact la jumătatea distanței dintre ele. Acest punct în jurul căruia s-ar roti se numește „centru de gravitație“.

Dacă masele celor două corpuri ar fi diferite, corpul mai masiv ar fi mai puțin afectat de atracție și s-ar mișca mai puțin. Dacă corpul mai masiv are o masă de două ori mai mare decât cel mai puțin masiv, centrul de gravitație ar fi de două ori mai aproape de centrul corpului mai masiv decât de centrul corpului mai puțin masiv. Să ne gândim la Pământ și la Lună. Se spune despre Lună că se rotește în jurul Pământului, dar ea nu se rotește în jurul centrului Pământului. Atît ea, cît și Pământul se rotesc în jurul unui centru de gravitație aflat întotdeauna între centrul Pământului și cel al Lunii.

Pământul este de 81 de ori mai masiv decât Luna, astfel încît centrul de gravitație trebuie să fie de 81 de ori mai aproape de centrul Pământului decât de cel al Lunii. Centrul de gravitație al sistemului Pământ-Lună se află la 4 750 km de centrul Pământului. El se află la 348 750 km de centrul Lunii, de 81 de ori mai departe.

Centrul de gravitație al sistemului Pământ-Lună se găsește la 1 600 km sub suprafața terestră. În aceste condiții, putem spune foarte bine că Luna se rotește în jurul Pământului ; la urma urmei, ea se rotește în jurul unui punct aflat în interiorul Pământului.

Centrul Pământului efectuează și el un mic cerc în jurul acestui centru de gravitație o dată la 27 1/3 zile. Dacă Luna nu ar exista, Pământul ar descrie un drum perfect uniform în jurul Soarelui. Datorită prezenței Lunii, Pământul își ondulează traiectoria în jurul Soarelui

o dată la $27 \frac{1}{3}$ zile — 12 asemenea ondulații și încă ceva constituie profilul unei revoluții complete. Oscilația Pământului ar putea, teoretic vorbind, să fie măsurată din spațiul cosmic, și s-ar putea astfel deduce prezența Lupii, poate chiar distanța pînă la ea și dimensiunile ei, dacă, din cine știe ce motive, ea nu ar putea fi văzută.

Lucrurile sînt valabile și în cazul lui Jupiter, și al Soarelui. Soarele este de 1 050 ori mai masiv decît Jupiter, astfel că sistemul de gravitație al sistemului Soare-Jupiter ar trebui să fie de 1 050 de ori mai aproape de centrul Soarelui decît cel al lui Jupiter. Cunoșcînd distanța dintre cele două centre, aflăm că centrul de gravitație este situat la 745 000 km de centrul Soarelui. Asta înseamnă că centrul de gravitație se găsește la 45 000 km în afara suprafeței Soarelui.

Centrul Soarelui înconjoară acest centru de gravitație o dată la 12 ani. Pe traiectoria sa impecabilă în jurul centrului Galaxiei, Soarele oscilează ușor, trecînd cînd într-o parte, cînd într-alta a liniei traiectoriei. Dacă nu ar exista decît Soarele și Jupiter, un observator situat într-un punct în spațiu destul de îndepărtat pentru a nu îl putea vedea direct pe Jupiter ar deduce prezența lui Jupiter după oscilațiile Soarelui.

Să nu uităm însă că Soarele mai are și alte trei planete mari : Saturn, Uranus și Neptun, fiecare avînd un centru comun de gravitație cu Soarele, deși nici unul nu e atît de departe de centrul Soarelui precum cel al lui Jupiter. Din aceste motive, oscilația Soarelui se complică vizibil și devine mult mai greu de interpretat.

Poate însă că pentru un observator aflat pe una din cele mai apropiate stele oscilația Soarelui ar fi prea mică pentru a putea fi măsurată exact sau pur și simplu detectată.

Ce se poate face ? Am putea oare privi o altă stea, observa o oscilație în traiectoria ei și deduce astfel că acea stea are o planetă sau mai multe planete ?

În anumite cazuri, da, fără îndoială, nu de alta, dar asta s-a făcut pentru prima oară tocmai în 1844.

În acel an, astronomul german Friedrich Wilhelm Bessel (1784—1846) a remarcat o oscilație a mișcării unei stele strălucitoare, Sirius. Din această oscilație, a dedus prezența unui însoțitor nevăzut, cu o masă de $\frac{2}{5}$ din cea a lui Sirius.

Or, acum știm că Sirius este de 2,5 ori mai masiv decât Soarele. Asta înseamnă că însoțitorul său trebuie să aibă o masă aproximativ egală cu masa Soarelui. Deci nu este o planetă, ci o stea în toată puterea cuvîntului, palidă și greu de văzut, pentru că, întîmplător, este foarte compactă¹.

O stea însoțitoare este însă relativ ușor de găsit, în comparație cu o planetă însoțitoare. O planetă are o masă atît de mică în comparație cu steaua în jurul căreia se rotește, încît centrul de gravitație dintre ea și stea este mult mai aproape de centrul stelei. În consecință, oscilația stelei este foarte mică.

Putem oare măsura o asemenea oscilație ?

Desigur, dar numai în condiții optime.

În primul rînd, steaua trebuie să se găsească cît mai aproape de noi cu putință. Astfel încît oscilația să fie aparent cît mai mare.

În al doilea rînd, steaua trebuie să fie mică, în orice caz mai mică decât Soarele nostru, astfel încît masa ei să nu joace un rol total predominant.

În al treilea rînd, steaua trebuie să aibă o planetă mare, cel puțin la fel de mare ca Jupiter, astfel încît masa planetară să fie destul de mare pentru a îndepărta centrul de gravitație suficient de mult în raport cu steaua pe care o înconjoară, obligînd steaua să oscileze relativ intens.

Aceste trei cerințe referitoare la o stea mică și apropiată, care să aibă și o planetă mare, ne limitează drastic posibilitățile. Dacă șansele formării planetelor sînt reduse, ar însemna să cerem prea multe coincidențe, vrînd să găsim un sistem planetar în jurul unei stele mici apropiate și în acest sistem planetar să mai nimerim și peste o planetă cel puțin la fel de mare ca Jupiter.

Pe de altă parte, dacă explorăm stelele mici apropiate și reușim să găsim dovezi legate de existența planetelor, măcar în jurul uneia dintre stele, putem, fără a face efortul de a accepta o coincidență improbabilă, să considerăm sistemele planetare drept foarte obișnuite, poate chiar universale.

Sub conducerea astronomului american de origine olandeză Peter Van De Kamp (n. 1901) s-a încercat, la

¹ Aceste stele masive, dar mici și foarte dense, și altele cu aceleași calități nu ne interesează în această carte. Vom face doar aluzie la ele.

colegiul Swarthmore, să se determine prezența sau absența unor asemenea oscilații ale traiectoriilor stelar.

Unul dintre colaboratorii lui Van De Kamp, Kaj Aage Gunnar Strand (n. 1907), a detectat o ușoară oscilație în mișcarea uneia dintre stelele sistemului stelar dublu 61 Cygni și a dedus prezența unui corp ceresc însoțitor care se rotește în jurul acestui sistem, un corp mult prea mic ca masă pentru a putea fi stea, dar destul de masiv pentru a putea fi o planetă mare, de 8 ori mai masivă decât Jupiter. Descoperirea a fost anunțată în 1943.

De atunci a fost descoperită o oscilație similară în cazul stelei Barnard, o stea mică aflată la doar 6 ani-lumină depărtare. În cazul ei, oscilația ar putea indica prezența a două planete, una la fel de masivă ca Jupiter, cu o perioadă orbitală de 11,5 ani, și alta, la fel de masivă ca Saturn, cu o perioadă orbitală de 20 sau 25 de ani. Alte stele apropiate, precum Ross 614 și Lalande 21185, par să prezinte și ele asemenea oscilații care indică prezența unor planete.

Pe scurt, am descoperit nu una, ci vreo șase stele mici apropiate, care ar putea să aibă planete mari. Ținând seama de condițiile în care se lucrează (și trebuie să recunoaștem că observațiile sînt efectuate la limita vizibilității, astfel încît nu toți astronomii sînt dispuși să accepte concluziile fără serioase rezerve), s-ar părea că putem ajunge la concluzia că sistemele planetare sînt foarte obișnuite și că cel puțin toate stelele care se rotesc lent au sisteme planetare.

Să fim deci conservatori și să limităm prezența sistemelor planetare doar în cazul stelelor care se rotesc lent și care reprezintă 93% din totalul stelelor.

Ajungem astfel la o a doua cifră :

2) *Numărul de sisteme planetare din Galaxia noastră*
= 280 000 000 000.

Capitolul 7

STELE PRECUM SOARELE

Stele uriașe

Dacă ne luăm după concluziile trase în capitolul precedent, există un număr enorm de sisteme planetare în Galaxia noastră, ceea ce nu înseamnă însă că viața mișună peste tot.

Diverse stele pot fi diferit adecvate rolului de incubator al vieții pe planetele lor, de aceea trebuie să studiem această posibilitate și să determinăm (dacă putem) care sînt stelele adecvate și cît de multe ar putea fi ele.

În cazul în care condițiile impuse stelei adecvate sînt prea multe și prea complexe, s-ar putea întîmpla să nu existe, practic, stele adecvate, și toate sistemele planetare ar putea foarte bine să nu existe, cel puțin din punctul de vedere al inteligenței extraterestre.

Un asemenea pesimism extrem este însă inutil, fiindcă plecăm de la două afirmații dintre care una este absolut sigură.

Afirmația sigură este că Soarele nostru este adecvat rolului de incubator al vieții, deci există posibilitatea ca o stea să fie adecvată. A doua afirmație, ceva mai puțin sigură, dar atît de apropiată de certitudine încît nici un astronom nu se îndoiește de ea, este că Soarele nu este o stea cu totul neobișnuită. Dacă Soarele este adecvat, tot așa pot fi și multe alte stele.

Să începem prin a întreba care este diferența dintre stele.

Cea mai evidentă diferență, observată de îndată ce ochi curioși și-au îndreptat privirea spre cerul nopții, este cea legată de strălucirea stelelor.

Bineînțeles că diferența de strălucire s-ar putea datora în întregime diferențelor de distanță. Dacă toate stelele ar fi la fel de strălucitoare atunci când sînt văzute de la o anumită distanță (dacă ar avea, cu alte cuvinte, o „luminozitate” egală), cele mai apropiate de noi ar fi în realitate mai strălucitoare decît cele aflate mai departe.

De îndată ce au fost calculate distanțele pînă la stele (primul care a rezolvat această problemă a fost Bessel, în 1838, cel care, 6 ani mai tîrziu, avea să descopere steaua care îl însoțește pe Sirius), s-a dovedit că strălucirea aparentă nu se datorează în întregime diferenței de distanță : unele stele sînt pur și simplu mai luminoase decît altele.

De asemenea, unele stele sînt mai masive decît altele, iar masa și luminozitatea merg mîna în mîna. Eddington a arătat, după 1920, că o stea mai masivă *trebuie* să fie mai luminoasă. O stea mai masivă are un cîmp gravitațional mai intens și, pentru a evita propriul colaps, temperaturi mai ridicate în centru. O temperatură centrală mai ridicată produce mai multă energie, pe care steaua o aruncă în toate direcțiile, suprafața ei fiind mai fierbinte și mai luminoasă ¹.

Mai mult decît atît, luminozitatea crește mult mai repede decît masa. Dacă steaua A este de două ori mai masivă decît steaua B, atunci steaua A are o tendință mai marcată de a se prăbuși în ea însăși de colaps, întrucît are un cîmp gravitațional mai intens. Pentru a rezista cîmpului gravitațional mai intens al stelei A, centrul acestei stele trebuie să fie mult mai fierbinte, suficient de fierbinte pentru a face steaua A să fie de 10 ori mai luminoasă decît steaua B.

Cele mai masive stele cunoscute au o masă de 70 de ori mai mare decît masa Soarelui, dar sînt de 6 milioane de ori mai luminoase. Pe de altă parte, o stea cu o masă de doar 1/16 din masa Soarelui (de 65 de ori masa lui Jupiter) ar putea fi destul de masivă numai pentru a emite o lumină roșie ștearsă, de un milion de ori mai slabă decît cea a Soarelui.

Ce s-ar întîmpla pe o planetă care ar înconjura o stea situată la una din aceste extreme ?

¹ O stea foarte masivă poate radia o bună parte din energia ei în domeniul invizibil al ultravioioletului, ceea ce ar face-o să pară mult mai puțin luminoasă (pentru ochiul omenesc) decît ne-am aștepta.

Să ne închipuim, de exemplu, că Pământul se rotește în jurul unei stele de 70 de ori mai masivă decât Soarele.

Dacă Pământul s-ar roti în jurul acestei stele uriașe la aceeași distanță la care evoluează în jurul Soarelui, steaua ne-ar apărea pe cer de 40 de ori mai mare decât ne apare Soarele și, ne-ar oferi de 6 000 000 de ori mai multă căldură și lumină. Pământul ar fi o sferă de rocă încinsă la roșu.

Ne putem însă imagina cu ușurință că fiecare stea este înconjurată, la o anumită distanță, de un fel de înveliș invizibil în interiorul căruia o planetă se poate roti, fiind încălzită de steaua în jurul căreia se rotește, la temperaturi confortabile din punct de vedere terestru. Pentru o stea foarte mare, învelișul sau „ecosfera”¹ s-ar găsi mult mai departe decât în cazul unei stele mici. Pentru o stea uriașă, de 70 de ori mai mare decât Soarele, ecosfera s-ar găsi la o distanță de sute de miliarde de kilometri de stea.

Să presupunem însă că Pământul ar înconjura steaua uriașă la o distanță de 366 de miliarde de kilometri. Această distanță ar fi de 2 450 de ori mai mare decât distanța de la Pământ la Soare și de 62 de ori mai mare decât distanța de la Pluto la Soare. La o asemenea distanță, Pământul ar avea nevoie de 14 500 ani pentru a efectua o revoluție în jurul stelei.

De la această magnifică distanță steaua uriașă ar părea foarte mică, atât de mică încât nu i s-ar vedea discul, ci ar străluci ca o stea, dar nu ca stelele pe care le vedem. Ea ar fi extraordinar de strălucitoare, fiindcă temperatura ei ar fi cu mult mai ridicată decât a Soarelui (nu mai puțin de 50 000 de grade Celsius în comparație cu doar 6 000 de grade Celsius), astfel încât, cu toată depărtarea pînă la steaua uriașă și cu toată aparența ei minusculă, ea ne-ar asigura la fel de multă lumină și căldură pe acea planetă îndepărtată precum Soarele pe Pământ.

Evident, temperatura stelei uriașe îi modifică natura radiațiilor. La distanța pe care ne-am imaginat-o pentru Pământ, steaua ne-ar oferi tot atîta energie cît ne oferă acum Soarele, numai că o mult mai mare parte din energia stelei uriașe s-ar găsi sub formă de lumină ultravioletă și de raze X și o mult mai mică parte sub formă de lumină vizibilă.

¹ *Eco* — vine de la un cuvînt grecesc care înseamnă casă sau habitat.

Ochiul omului este adaptat să reacționeze la lumina vizibilă, astfel încât lumina stelei uriașe ar părea mult mai palidă decât a Soarelui. Pe de altă parte, potopul de ultraviolete și de raze X ar fi ucigător pentru viața terestră.

Poate însă că această obiecție nu e esențială. Atmosfera terestră ne protejează de radiația intensă a Soarelui și ne putem imagina Pământul chiar mai departe de steaua uriașă. Scăderea nivelului total de radiație, ca și reținerea unei bune părți a radiației de către o atmosferă poate ceva mai densă pot să ne ducă la condiții adecvate dezvoltării vieții chiar cu prețul unor temperaturi planetare ceva mai scăzute decât sîntem obișnuiți.

Există însă o altă obiecție ridicată împotriva stelei uriașe, obiecție pe care nu o putem contracara prin schimbarea locului planetei în ecosferă sau prin manevrarea atmosferei planetare.

O stea nu poate juca rolul de incubator al vieții de-a lungul întregii sale existențe. De exemplu, ea nu poate oferi energia necesară vieții în timp ce se condensează formîndu-se din nebuloasa primordială. Ea trebuie să se condenseze pînă la punctul în care în centrul ei se declanșează reacțiile nucleare și începe să emită lumină. În cele din urmă, condensarea ajunge într-un stadiu stabil, iar radiația, după ce a ajuns la un maximum, se menține la acel nivel.

Se spune că steaua a intrat în „secvența principală”. (Se numește secvență principală, fiindcă aproximativ 98% din stelele pe care le putem vedea se găsesc în această stare, formînd o secvență, de la cea mai masivă la cea mai puțin masivă.)

În timpul secvenței principale radiația stelei este fermă și stabilă, iar ea poate, ca și Soarele nostru, să joace rolul de incubator al vieții.

Radiația stelei depinde însă de energia care se produce în timp ce hidrogenul din miezul ei este transformat în heliu prin procesele de fuziune nucleară. Într-un moment critic, atunci cînd o bună parte a hidrogenului a fost folosită, procesul de fuziune începe să șchioapete. Heliul care se acumulează în miezul stelei îl face pe acesta să devină din ce în ce mai masiv. Miezul scade în dimensiuni și se condensează, iar temperaturile cresc pînă cînd nucleele de heliu fuzionează pentru a forma nuclee și mai complicate.

În acest moment steaua se încălzește suficient pentru a se putea dilata învingînd propriile-i forțe gravitaționale. Deși pînă atunci, aflată încă în secvența principală, atracția gravitațională spre interior și expansiunea termică spre exterior își menținuseră echilibrul.

Steaua iese din secvența principală în timp ce se dilată și ajunge la dimensiuni de-a dreptul enorme. Din cauza expansiunii, suprafața stelei se răcește și ajunge la culoarea roșie, cu toate că totalul radiației emise de suprafața sa, uriașă acum, este cu mult mai mare decît era înainte. Steaua este acum o uriașă roșie.

După ce steaua a părăsit secvența principală, acțiunea devine pasionantă. Ea continuă să fie o uriașă roșie timp de cîteva sute de milioane de ani (perioadă foarte scurtă din punct de vedere astronomic), hidrogenul se consumă, iar miezul devine din ce în ce mai fierbinte. În cele din urmă se produce un colaps, atunci cînd energia eliberată de fuziunea nucleară din centru se oprește, fiindcă tot combustibilul nuclear s-a consumat, iar steaua nu se mai poate menține în dilatație împotriva propriilor sale forțe gravitaționale.

Dacă steaua e destul de masivă, colapsul este precedat de o explozie cataclismică — o supernova. Cu cît steaua este mai masivă, cu atît explozia e mai cumplită. Rămășițele stelei se contractă într-o sferă foarte mică și foarte densă¹.

În ceea ce privește viața însă, detaliile existenței unei stele care a ieșit din secvența principală sînt irelevante. Cînd steaua începe să se apropie de stadiul de uriașă roșie, radiația emisă de ea se intensifică spectaculos. Orice planetă care s-ar fi aflat pînă atunci într-o poziție în care să primească cantități de radiație compatibile cu formarea și menținerea vieții ar primi acum mult prea multe radiații. Orice forme de viață ar fi distruse. (În cazuri extreme, planeta însăși s-ar topi și s-ar evapora.)

În consecință, putem formula o regulă generală, eventual fără excepții — o stea joacă rolul de incubator al vieții doar atîta vreme cît se găsește în secvența principală.

Din fericire, o stea se poate menține în secvența principală foarte multă vreme. Soarele nostru, de exemplu,

¹ Cei care doresc detalii în această privință vor trebui să consulte o altă carte a mea, *Prăbușirea Universului*.

ar mai putea rămâne în secvența principală încă 12—13 miliarde de ani. Deși strălucește la fel ca acum de vreo 5 miliarde de ani, el se află doar la jumătatea vieții sale de stea în secvența principală¹.

O stea mai masivă decît Soarele, obligată să contracareze efectul unui câmp gravitațional mai puternic, va ajunge la temperaturi mai ridicate în centru, fuzionînd astfel hidrogenul într-un ritm mult mai rapid. Bineînțeles că o stea mai masivă decît Soarele are, de la bun început, mai mult hidrogen, dar creșterea ritmului fuziunii este mult mai intensă decît creșterea rezervelor de hidrogen.

Cu cît steaua este mai masivă, cu atît ea își consumă mai repede rezervele de hidrogen, evident mai mari, și cu atît mai repede iese din secvența principală.

O stea monstruos de mare, de 70 de ori mai masivă decît Soarele, își va consuma hidrogenul într-un ritm atît de cumplit pentru a lupta împotriva forței monstruoase a gravitației sale, încît existența ei în secvența principală ar putea să dureze chiar mai puțin de 500 000 de ani. Ei bine, de asta nu observăm noi stele cu mase într-adevăr foarte mari. Chiar dacă s-ar forma stele gigantice, temperaturile la care ar ajunge le-ar face să explodeze practic imediat.

Firește, 500 000 de ani înseamnă foarte mult din punctul de vedere al experienței umane. Istoria scrisă a omenirii acoperă, în cel mai bun caz, o sutime din această perioadă de timp.

Viața inteligentă însă nu a apărut pe Pămînt chiar de la început, ci a rezultat din lungul drum al evoluției. Dacă Soarele nostru ar fi strălucit ca acum timp de numai 500 000 de ani după formarea Pămîntului, părăsind apoi secvența principală, e foarte îndoielnic că ar fi fost destulă vreme pentru dezvoltarea celor mai simple forme de proto-viață în oceanele Pămîntului.

Judecînd după experiența Pămîntului, e nevoie cam de 5 miliarde de ani de existență planetară pentru a-i permite vieții să se dezvolte pînă la nivelul de complexitate menit să ducă la formarea unei civilizații.

¹ Soarele se va încălzi pe măsură ce îmbătrînește, și în ultimul miliard de ani al secvenței sale principale viața nu va mai fi posibilă pe Pămînt. Cînd Soarele va deveni un uriaș roșu, el se va dilata dincolo de orbitele lui Mercur și Venus, iar Pămîntul va fi o sferă de rocă incandescentă, deși poate că nu va fi înglobat de sfera Soarelui.

Nu putem fi siguri că Pământul reprezintă un caz tipic la scara întregului Univers. Poate că evoluția noastră s-a desfășurat, din cine știe ce motiv banal, îngrozitor de încet, poate că pe alte planete evoluția inteligenței a avut nevoie de mult mai puțin timp. Dar poate că, pe de altă parte, evoluția s-a desfășurat pe Pământ, din cine știe ce motiv banal, înspăimântător de repede, și poate că pe alte planete e nevoie de mult mai mult timp pentru evoluția inteligenței.

Pe moment, nu avem nici o posibilitate de confirmare a vreuneia din aceste alternative. Nu putem decât să adoptăm „principiul mediocrității” și să presupunem că singurul caz pe care îl cunoaștem — cel al Pământului — nu este atipic, ci ține de medie.

În consecință, vom adopta o durată de 5 miliarde de ani în secvența principală ca pe un minim esențial pentru dezvoltarea civilizației.

O stea de 1,4 ori mai masivă decât Soarele aparținând clasei spectrale F2 rămâne în secvența principală timp de 5 miliarde de ani, ceea ce ne permite să tragem concluzii că orice stea mai masivă decât de 1,4 ori masa Soarelui nu poate juca rolul de incubator al vieții. Poate că există viață pe o planetă care se rotește în jurul unei astfel de stele mult prea masive, dar șansele ei de supraviețuire destul de îndelungată pentru a atinge nivelul de complexitate la care să apară o civilizație extraterestră sînt destul de modeste pentru a putea fi ignorate.

Aceasta înseamnă că stelele strălucitoare pe care le vedem pe cer și care sînt (în marea lor majoritate) considerabil mai masive decât Soarele nu pot fi incubatoare ale vieții. Sirius, de exemplu, va rămîne în secvența principală timp de doar 500 000 000 de ani, Rigel, timp de numai 400 000 000 de ani. Putem ignora asemenea stele.

Ei bine, tocmai aceste stele masive și cu vieți scurte se rotesc repede, și de aceea nu le-am inclus printre stelele care ar putea avea un sistem planetar. Excluderea lor din discuția ulterioară este astfel dublu justificată.

Stele pitice

Să încercăm acum cealaltă extremă și să ne ocupăm de o stea a cărei masă este de $1/16$ din masa Soarelui și a cărei luminozitate este de o milionime din cea a Soarelui.

(Orice obiect mai puțin masiv nu ar fi destul de mare pentru a permite aprinderea focului nuclear în centru, nefiind deci o stea adevărată.)

O stea pitică, cu o masă de $1/16$ din masa Soarelui, ar fi de 65 de ori mai masivă decât planeta Jupiter, dar ar fi, cu siguranță, mult mai densă și nu ar avea dimensiuni cu mult mai mari decât Jupiter. Ar putea avea un diametru de 150 000 km.

Să presupunem acum că Pământul s-ar afla la 300 000 km de centrul unei astfel de stele și ar înconjura-o la o distanță de 150 000 km de suprafață. Pământul s-ar roti în jurul acelei stele o dată la fiecare 1,1 ore.

Pământul ar primi tot atât de multă energie de la acea stea pitică foarte apropiată cât primește acum de la Soare. Faptul că steaua pitică ar fi abia încinsă la roșu ar fi compensat de distanța relativ mică la care s-ar găsi planeta — mărimea aparentă a stelei pitice ar fi de trei ori mai mare decât mărimea Soarelui, așa cum îl vedem de pe Pământ.

Natura energiei primite de la steaua pitică ar fi, evident, deosebită de cea primită de la Soare. Steaua pitică nu ar emite aproape deloc radiație ultravioletă și ar emite doar foarte puțină lumină vizibilă. Cea mai mare parte a energiei sale ar consta în radiație infraroșie.

Din punctul nostru de vedere ar fi foarte incomod. Totul ne-ar părea foarte întunecat și colorat într-un roșu închis dezagreabil. Ne putem însă imagina că viața de pe o asemenea planetă și-ar dezvolta o sensibilitate vizuală la roșu și infraroșu, căroro le-ar atribui diferite culori. Unor asemenea forme de viață, lumina le-ar părea albă și destul de intensă.

Roșul și infraroșul conțin mult mai puțină energie decât restul spectrului luminii vizibile și există multe reacții chimice care pot fi declanșate de lumina galbenă, verde sau albastră, nu însă și de roșu sau infraroșu. Viața însă nu se bazează pe reacții fotochimice, cu excepția fotosintezei, care este declanșată de lumina roșie. Fără îndoială, ne-am putea imagina viața într-o asemenea lume fără să întindem prea mult coarda plauzibilității.

Să analizăm și o altă problemă: câmpul gravitațional al unui obiect scade în intensitate odată cu pătratul distanței. Dacă distanța se dublează, intensitatea scade pînă la $1/4$ din ce era; dacă distanța se triplează, atracția scade pînă la $1/9$ și așa mai departe.

Aceste date se reflectă în atracția reciprocă a Pământului și Lunii.

Distanța medie dintre centrul Lunii și centrul Pământului este de 384 390 km. Ea variază în raport cu mișcările orbitale ale Lunii, ceea ce nu ne va influența argumentația.

Nu toate punctele de pe Pământ se găsesc la aceeași distanță față de Lună. Atunci când centrul Pământului se află la o anumită distanță față de centrul Lunii, suprafața Pământului de pe partea orientată spre Lună este cu 6 356 km mai aproape de Lună. Suprafața Pământului de pe partea opusă Lunii se află cu 6 356 km mai departe. Asta înseamnă că pe partea orientată spre Lună suprafața Pământului se găsește la 378 034 km de centrul Lunii, în timp ce suprafața părții Pământului opuse Lunii se află la o distanță de 390 746 km față de centrul Lunii.

Dacă atribuim distanței de la partea apropiată a Pământului la centrul Lunii valoarea 1, distanța la care se află partea îndepărtată a Pământului este egală cu 1,0336. Această diferență, doar 3,36 % din totalul distanței până la Lună, nu pare cine știe ce. Numai că atracția gravitațională a Lunii pierde pe această distanță mică $1/1,0336^2$ și reprezintă doar 0,936 pe partea opusă Lunii, în comparație cu 1, pe partea apropiată.

Diferențele în atracția exercitată de Lună asupra celor două fețe ale Pământului se traduc prin faptul că Pământul se întinde în direcția Lunii. Suprafața apropiată este mai intens atrasă de Lună decât centrul, iar centrul este mai intens atras de Lună decât suprafața îndepărtată. Ambele suprafețe se bombează, cea apropiată — spre Lună, cea îndepărtată — în direcția opusă Lunii.

Deformarea suprafeței este modestă, de cel mult jumătate de metru. Totuși, în timp ce Pământul se rotește, întreaga materie solidă se bombează atunci când ajunge față în față cu Luna, atingând înălțimea maximă atunci când trece pe sub Lună și revenind apoi la forma inițială. Materia solidă se bombează și atunci când ajunge în partea opusă Lunii, atingând din nou o cotă maximă în momentul exact al opoziției, pentru a reveni încă o dată la situația inițială.

Și apa oceanului se bombează, chiar mai mult decât uscatul. Asta înseamnă că, în timp ce Pământul se rotește, suprafața uscatului trece prin bombarea apei, perioada în care apa invadează țărmul și apoi se retrage. Asta se întâmplă în cazul ambelor bombări ale apei, atât cea de pe

fața orientată spre Lună, cît și cea aflată pe fața opusă. Apa se ridică și coboară de-a lungul țărmului de două ori pe zi; putem spune deci că avem de-a face cu două „maree” pe zi.

Întrucît mareele sînt provocate de diferențele atracției gravitaționale, fenomenul este cunoscut sub numele de efect de maree.

Bineînțeles că și Pămîntul exercită un efect de maree asupra Lunii. Dar, cum Luna este mai mică decît Pămîntul, diametrul ei fiind de 3 476 km în comparație cu cei 12 713 km ai diametrului terestru, scăderea atracției gravitaționale suferite de Lună este mai mică decît scăderea care afectează Pămîntul.

Grosimea Lunii reprezintă doar 0,90% din distanța dintre Pămînt și Lună, astfel că atracția gravitațională de pe fața îndepărtată reprezintă doar 98,20% din valoarea caracteristică feței apropiate. Efectul de maree resimțit de Lună va fi egal cu 0,29 din cel specific Pămîntului, dar cîmpul gravitațional al Pămîntului este de 81 de ori mai intens decît cel al Lunii, întrucît Pămîntul este de 81 de ori mai masiv decît Luna. Dacă înmulțim 0,29 cu 81 aflăm că efectul de maree al Pămîntului asupra Lunii este de 23,5 ori mai intens decît cel al Lunii asupra Pămîntului.

Contează oare această diferență? Da, desigur.

În timp ce Pămîntul se rotește și se bombează, frecarea internă a rocilor care se ridică și coboară, ca și frecarea apelor în raport cu țărmurile consumă o parte a energiei de rotație a Pămîntului și o transformă în căldură. Ca rezultat, acțiunea mareelor încetinește rotația Pămîntului. Numai că Pămîntul este atît de masiv, iar energia sa de rotație atît de mare, încît încetinirea este cît se poate de lentă. Ziua se lungeste cu cîte o secundă la fiecare 100 000 de ani¹.

Asta nu înseamnă prea mult din punctul nostru de vedere, dar, ținînd seama de faptul că Pămîntul există de 5 miliarde de ani și că ritmul lungirii zilei a fost constant în toată această perioadă, ne dăm seama că ziua s-a lungit în total cu 50 000 de secunde, adică cu aproape

¹ Încetinirea rotației înseamnă o pierdere de moment unghiular care însă nu se poate petrece cu adevărat în conformitate cu legea conservării momentului unghiular. Luna se îndepărtează lent și constant de Pămînt, ca și centrul de gravitație al sistemului Pămînt-Lună. Pămîntul cîștigă în momentul unghiular de deplasare în jurul unui centru de gravitație mai îndepărtat, ceea ce pierde în momentul unghiular de rotație.

14 ore. Când s-a format, Pământul se rotea probabil în jurul axei sale în doar 10 ore, sau chiar mai repede, dacă mările ar fi fost mai intense la începutul istoriei sale decât acum, ceea ce e foarte probabil.

Ce putem spune însă despre efectul de maree exercitat de Pământ asupra Lunii ?

Luna are o masă mult mai mică, și probabil și o energie de rotație mult mai mică. Mai mult, efectul de maree de pe Lună este de 23,5 ori mai intens decât cel de pe Pământ. Acest efect mai intens, acționând asupra unor mase mai mici, produce o încetinire mai marcată. Perioada de rotație a Lunii s-a încetinit până a ajuns egală cu durata unei mișcări de revoluție în jurul Pământului. În aceste condiții, aceeași față a Lunii privește întotdeauna Pământul, bombarea marică se află mereu în același punct de pe suprafața ei, astfel încât diferitele părți ale Lunii nu mai sînt obligate să se ridice și să coboare în timpul rotației. Încetinirea s-a oprit (cel puțin din punctul de vedere al efectului de maree exercitat de Pământ asupra Lunii), iar perioada de rotație a Lunii este acum stabilă.

O consecință a efectului de maree este reprezentată de faptul că obiectele cosmice mici își arată doar o singură față obiectelor cosmice mari în jurul cărora evoluează. (Ideea a fost lansată de Kant în anul 1754.) Nu numai Luna își arată o singură față Pământului ; și cei doi sateliți marțieni își arată doar câte o față planetei Marte, și cei 5 sateliți apropiați ai lui Jupiter îi arată acestuia o singură față și așa mai departe.

În acest caz, de ce nu-și arată oare Pământul o singură față Soarelui ?

Gîndiți-vă, ce s-ar întîmpla dacă Luna s-ar îndepărta de Pământ ? Pe măsura îndepărtării, atracția gravitațională a Pământului ar scădea direct proporțional cu pătratul distanței. Tot pe măsura îndepărtării, fracțiunea distanței totale reprezentate de diametrul Lunii ar scădea direct proporțional cu distanța, iar efectul de maree ar scădea din ambele motive, așa că, dacă le introducem în calcul, ajungem la concluzia că efectul de maree scade direct proporțional cu cubul distanței.

Soarele este de 27 000 000 de ori mai masiv decât Luna. Dacă atît Soarele, cît și Luna s-ar afla la aceeași distanță de Pământ, efectul de maree exercitat de Soare asupra Pământului ar fi de 27 000 000 de ori mai mare decât cel

exercitat de Lună asupra Pământului.¹ Soarele se află însă la o distanță de 389 de ori mai mare față de Pământ decât Luna. Efectul de maree al Soarelui este scăzut astfel cu o valoare egală cu $389 \times 389 \times 389$, adică 58 860 000. Împărțiți 27 000 000 la 58 860 000 și veți afla că efectul de maree al Soarelui asupra Pământului reprezintă doar 0,46 din cel al Lunii. Dacă efectul de maree al Lunii nu a reușit încă să încetinească prea mult perioada de rotație a Pământului, cel exercitat de Soare nu va fi în stare să o facă.

Mercur se găsește mai aproape de Soare decât Pământul, și acesta ar fi un factor capabil să mărească efectul mareic al Soarelui. Pe de altă parte, Mercur este mai mic decât Pământul, ceea ce ar produce o scădere. Ținând seama de ambii factori, aflăm că efectul de maree al Soarelui asupra lui Mercur este de 3,77 de ori mai mare decât efectul de maree al Lunii asupra Pământului, reprezentând însă doar 1/6 din efectul de maree al Pământului asupra Lunii.

De aceea, Soarele încetinește rotația lui Mercur mult mai mult decât încetinește Luna rotația Pământului, dar mult mai puțin decât încetinește Pământul rotația Lunii. Putem deci presupune că Mercur are o mișcare de rotație lentă, dar nu chiar atât de lentă încât să-și arate doar o singură față Soarelui.

În 1890, Schiaparelli (care observase canalele de pe Marte în urmă cu 13 ani) s-a apucat să observe suprafața lui Mercur. Lucru greu de făcut fiindcă Mercur e mai departe de noi decât Marte; fiindcă Mercur apare de obicei într-o fază asemănătoare cu luna nouă, în timp ce Marte arată aproape întotdeauna ca o lună plină; și fiindcă Mercur, spre deosebire de Marte, se află destul de aproape de strălucirea Soarelui pentru a putea fi observat cu ușurință. Cu toate acestea, Schiaparelli a dedus, după pețele vagi pe care le zărea pe suprafața lui Mercur, că acesta se rotește doar o singură dată în decursul celor 88 de zile ale mișcării sale de revoluție și că își arată Soarelui doar o singură față.

În 1965 însă au fost emise de pe Pământ unde radar care s-au ciocnit de suprafața lui Mercur. Ecoul lor, recepționat pe Pământ, ne-a spus cu totul altă poveste. Lungimea undelor radar se modifică atunci când ele lovesc

¹ E vorba doar de o ipoteză — dacă centrul Soarelui ar fi la fel de aproape de Pământ ca și centrul Lunii, Pământul s-ar găsi cu mult sub suprafața Soarelui.

un corp în rotație, modificarea depinzând de viteza de rotație. Undele radar reflectate ne-au arătat că Mercur are o perioadă de rotație de 59 de zile, cu alte cuvinte cam de $\frac{2}{3}$ din perioada sa de revoluție. Avem deci de-a face cu o situație relativ stabilă, nu la fel de stabilă cu cea în care perioada de rotație este egală cu perioada de revoluție, dar destul de stabilă pentru a rezista unor modificări ulterioare datorate efectului mareic insuficient de intens al Soarelui.

Putem reveni acum la situația imaginară a stelei noastre pitice pe care Pământul o înconjoară la o distanță de 300 000 km de centrul ei. Această distanță reprezintă doar $\frac{1}{500}$ din distanța de la Pământ la Soare, și chiar dacă ținem seama de faptul că steaua pitică are o masă de doar $\frac{1}{16}$ din masa Soarelui, efectul ei de maree asupra Pământului ar fi de 150 000 de ori mai mare decât efectul de maree al Pământului asupra Lunii.

Nu încape nici o îndoială că, dacă Pământul ar fi destul de aproape de o stea pitică pentru a fi cuprins în ecosfera acesteia, intensul efect de maree al stelei i-ar încetini rotația și l-ar face destul de repede să-și arate o singură față stelei.

Pe fața veșnic îndreptată spre stea, temperatura ar depăși foarte repede punctul de fierbere a apei. Pe fața veșnic ascunsă stelei, temperatura ar coborî foarte repede sub punctul de înghețare a apei. Nicăieri nu s-ar găsi apă în stare lichidă.

Ne putem imagina existența unei „zone de amurg” la hotarul dintre emisfera veșnic luminată și cea veșnic întunecată, zonă în care condițiile locale ar fi mai blânde din punct de vedere climatic. Asta s-ar putea întâmpla însă numai în cazul în care orbita planetei ar fi aproape circulară. Chiar și atunci însă temperatura de pe partea fierbinte ar fi destul de ridicată pentru a duce la o pierdere lentă a atmosferei, astfel încât planeta ar fi lipsită de aer, iar zona de amurg nu ar fi cu nimic mai locuibilă decât oricare alta.

Dacă ne imaginăm stele din ce în ce mai mari, ecosfera lor s-ar întinde din ce în ce mai mult. O planetă din interiorul ecosferei ar fi supusă unui efect de maree din ce în ce mai redus. În cele din urmă, dacă steaua e destul de mare, efectul de maree nu va mai fi destul de intens pentru a face imposibilă pe planetă viața așa cum o cunoaștem.

Putem presupune deci că o stea ar trebui să aibă o masă egală cu cel puțin $1/3$ din masa Soarelui (ceea ce înseamnă că ar trebui să aparțină cel puțin clasei spectrale M2) pentru ca o planetă din ecosfera sa să fie adecvată vieții.

Efectul de maree nu este singura problemă legată de stelele pitice. Dimensiunile unei ecosfere depind de cantitatea de energie pe care o radiază steaua. O stea masivă, luminoasă, are o ecosferă care se întinde foarte departe în spațiu, foarte profundă, cu o profunzime care depășește dimensiunile sistemului nostru solar. O stea pitică are o ecosferă foarte apropiată de ea, foarte superficială. Șansele de formare ale unei planete în interiorul unei ecosfere atât de mici sînt practic nule.

În fine, stelele mai mici decît cele din clasa spectrală M2 sînt deseori „stele protuberante“. Aceasta înseamnă că pe suprafața lor izbucnesc periodic protuberanțe de gaze neobișnuit de strălucitoare și de fierbinți. E o trăsătură comună tuturor stelelor, chiar și Soarelui nostru. Numai că, în cazul Soarelui, o asemenea protuberanță contribuie foarte puțin și suportabil la producția obișnuită de lumină și căldură a Soarelui. Aceeași protuberanță ar face să crească cu pînă la 50% producția de lumină și căldură a unei stele pitice palide. În condițiile apariției protuberanțelor, o planetă care primește o cantitate adecvată de energie de la steaua pitică s-ar pomeni cu un supliment nedorit. Rolul de incubator al stelei ar fi jucat într-un mod prea dezordonat pentru a fi compatibil cu viața.

Ținînd seama de efectele de maree, precaritatea ecosferei și periodicitatea protuberanțelor, excluderea stelelor pitice din discuția ulterioară legată de inteligența extraterestră este triplu justificată.

Dimensiuni adecvate

Stelele cu o masă mult prea mare pentru a juca rolul de incubatoare ale vieții — adică cele mai masive decît clasa spectrală F2 — reprezintă doar o mică parte din numărul total al stelelor, ceea ce nu putem spune însă despre stelele mai puțin masive decît cele din clasa spectrală M2, care nu pot să joace nici ele rolul de incubator al vieții. Stelele pitice nu sînt o raritate. Peste $2/3$ din nu-

mărul stelelor din Galaxia noastră, și probabil din orice altă galaxie, sînt prea mici pentru a fi adecvate vieții.

Între clasele spectrale F2 și M2 se află stelele cu mase cuprinse între valori ca de 1,4 ori masa Soarelui și de 0,33 ori masa Soarelui. La limita superioară a acestei scale, viața stelelor este mult prea scurtă pentru a oferi o șansă onorabilă de evoluție inteligenței. La limita inferioară a scalei, planetele pot scăpa doar cu greu de efectele marice prea intense.

Și totuși, această scală conține „stele precum Soarele“, care, în condiții optime, pot juca rolul de incubatoare ale vieții. Deși aceste stele precum Soarele nu reprezintă majoritatea stelelor de pe cer, ele sînt relativ numeroase. Poate că 25% dintre stelele din Galaxie sînt destul de asemănătoare cu Soarele pentru a putea servi drept incubatoare ale vieții.

Ceea ce ne conduce spre o a treia cifră :

3) *Numărul de sisteme planetare din Galaxia noastră care se rotesc în jurul unor stele precum Soarele*
= 75 000 000 000.

Capitolul 8

PLANETE PRECUM PĂMÎNTUL

Stele duble

O stea poate semăna cu Soarele, fără a fi totuși capabilă să joace rolul de incubator al vieții. Ea poate avea unele proprietăți, pe lângă masă și luminozitate, care să nu-i permită unei planete asemănătoare cu Pământul să o înconjoare.

O stea poate semăna foarte mult cu Soarele, în toate privințele, avînd însă drept însoțitor nu o planetă sau un grup de planete, ci o altă stea. Prezența a două stele aflate într-o legătură foarte strînsă poate reduce la zero șansele de existență ale unei planete asemănătoare cu Pământul care să evolueze în jurul uneia dintre ele.

Posibilitatea existenței stelelor multiple nu intra în vederile astronomilor pînă acum două secole. La urma urmei, Soarele nostru este o stea lipsită de însoțitori stelari, ceea ce părea perfect natural. Atunci cînd celelalte stele au fost recunoscute ca fiind și ele sori, se presupunea că sînt izolate. Există, fără îndoială, pe cer, stele foarte apropiate. De exemplu, Mizar, steaua din mijlocul cozii Ursei Mari, se găsește foarte aproape de o stea mult mai slabă, Alcor. Asemenea „stele duble“ erau considerate ca fiind stele izolate, aflate pe aproximativ aceeași direcție în raport cu Pământul, dar la distanțe radical diferite. În cazul stelelor Mizar și Alcor chiar așa și eră.

După 1780, William Herschel a început să studieze sistematic stelele duble, sperînd că cele mai strălucitoare (și, probabil, mai apropiate) se deplasează perceptibil și sistematic în raport cu cele mai palide (și, probabil, mai îndepărtate). Mișcarea lor ar fi putut deci reflecta mișcarea Pământului în jurul Soarelui, constituind astfel „paralaxa“

stelei. S-ar fi putut determina distanța pînă la stea, ceea ce ar fi constituit o premieră absolută.

Deși Herschel a depistat asemenea mișcări ale stelelor, el nu a găsit vreodată o mișcare care să indice prezența paralaxei. În schimb, a observat că stelele duble se rotesc în jurul unui centru gravitațional comun. Acestea erau stele duble adevărate, dependente gravitațional, numite stele binare, după cuvîntul latin care înseamnă *perechi*.

În anul 1802, Herschel s-a simțit îndreptățit să anunțe descoperirea multor astfel de stele binare, despre care se știa că sînt nu tocmai o raritate printre stelele Universului. Stele strălucitoare și binecunoscute precum Sirius, Capella, Procyon, Castor, Spica, Antares și Alpha Centauri sînt, toate, stele binare.

De fapt, nu numai două stele pot fi unite gravitațional. Astfel, steaua binară Alpha Centauri (la care ne referim prin termenii Alpha Centauri A și Alpha Centauri B) are un însoțitor foarte îndepărtat, Alpha Centauri C, situat la 1 600 000 000 000 km (1 600 de miliarde de kilometri) de centrul de gravitație al celorlalte două stele. Un sistem stelar binar poate fi legat gravitațional de un alt sistem stelar binar, ambele perechi de stele rotindu-se în jurul unui centru gravitațional comun. Sînt cunoscute chiar sisteme compuse din 5 sau 6 stele.

Ori de cîte ori sînt implicate mai mult de două stele în existența unui sistem multiplu, stelele coexistă în perechi, relativ apropiate și situate la distanțe relativ mari în raport cu însoțitoarele lor, stele izolate sau binare.

Cu alte cuvinte, să presupunem că o planetă s-ar roti în jurul stelei A, membră a unui sistem binar. Steaua B ar putea fi situată destul de aproape pentru a influența serios planeta. Ea și-ar putea adăuga radiația celei emise de steaua A, în cantități diferite, la momente diferite. Poate că atracția ei gravitațională ar da naștere unor neregularități ale orbitei planetei, care nu ar fi existat în alte condiții.

Pe de altă parte, dacă sistemul binar A—B ar fi asociat cu o a treia stea sau cu un alt sistem binar, sau și cu o stea, și cu un sistem binar, toate s-ar afla atît de departe, încît ar fi sîmple stele pe cer, care nu pot influența în nici un fel dezvoltarea vieții pe planetă.

Din punctul de vedere al acestei cărți, conversația se va limita la sistemele binare.

Existența sistemelor binare n-are nimic surprinzător.

Atunci când o nebuloasă primordială se condensează pentru a forma un sistem planetar, una dintre planete, poate, datorită turbulențelor, să atragă destulă materie pentru a deveni ea însăși stea. Dacă, în timpul evoluției propriului nostru sistem solar, Jupiter ar fi acumulat o masă de 65 de ori mai mare decât cea pe care o posedă, Soarele nu ar fi resimțit practic deloc pierderea acelei mase. Soarele ar avea aproape aceeași înfățișare cu cea actuală, în timp ce Jupiter ar fi o stea palidă „aproape roșie”. Soarele ar fi atunci o componentă a unui sistem binar.

Pare la fel de posibilă condensarea unei nebuloase originare în proporții mai mult sau mai puțin egale în jurul a două centre, ceea ce ar duce la formarea unor stele cu mase aproximativ egale, fiecare mai mică decât Soarele nostru, așa cum se întâmplă în cazul sistemului binar 61 Cygni; sau fiecare aproape la fel de mare ca Soarele nostru, așa cum se întâmplă în cazul sistemului binar Alpha Centauri; sau fiecare mai mare decât Soarele nostru, așa cum e cazul sistemului binar Capella.

Cele două stele, presupunând că au mase diferite, pot avea biografiile complet diferite. Steaua mai masivă poate să iasă din secvența principală, să se dilate pînă la stadiul de uriașă roșie și apoi să explodeze. Resturile sale se vor condensa devenind o stea mică, densă, în timp ce steaua mai puțin masivă care o însoțea se menține în cadrul secvenței principale. Așa se face că Sirius este însoțit de o pitică albă, rămasiță mică și densă a unei stele care a explodat cîndva. Și Procyon este însoțit de o pitică albă.

Numărul total al stelelor binare din Galaxie (și, probabil, din întregul Univers) este surprinzător de mare. La mai bine de două secole de la descoperirea lor, ele sînt considerate ca existînd în număr din ce în ce mai mare. Pe moment, apreciind exemplul stelelor situate destul de aproape pentru a fi examinate detaliat, ar părea că 50 pînă la 70% din numărul total al stelelor este reprezentat de membri ai unui sistem binar. Pentru a ajunge la o cifră completă, să folosim o medie și să spunem că 60% din numărul total al stelelor, și, în principiu, al stelelor asemănătoare cu Soarele, este reprezentat de membri ai unor sisteme binare.

Dacă presupunem că orice stea asemănătoare cu Soarele poate forma un sistem binar împreună cu o stea a cărei masă ne este indiferentă, atunci, ținînd seama de procen-

cajele relative ale stelelor cu diverse mase, putem să efectuăm o împărțire rezonabilă a celor 75 de miliarde de stele din Galaxie care seamănă cu Soarele după cum urmează :

30 de miliarde (40%) sînt izolate ; 25 miliarde (33%) formează sisteme binare împreună cu o stea pitică ; 18 miliarde (24%) formează sisteme binare între ele ; 2 miliarde (3%) formează sisteme binare împreună cu o stea uriașă.

Ar trebui oare să eliminăm cele 45 de miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care sînt cuprinse în sisteme binare, considerîndu-le drept nepotrivite pentru rolul de incubatoare ale vieții ?

Se pare că putem omite liniștit cele 2 miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care formează sisteme binare împreună cu stelele uriașe. În cazul lor, cu mult înainte ca steaua asemănătoare cu Soarele să fi ajuns la o vîrstă favorabilă dezvoltării inteligenței pe o planetă care o înconjoară, steaua însoțitoare ar fi explodat, devenind o supernova. Căldura și radiația provenite de la o supernova apropiată ar fi putut distruge orice formă de viață de pe planeta la care ne referim.

Ce ne facem însă cu celelalte 43 de miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care fac parte din sistemele binare ?

În primul rînd, poate un sistem binar să aibă planete ? Am putea afirma că, în cazul condensării unei nebuloase în două stele, cele două vor avea o eficiență dublă în privința recoltării deșeurilor cosmice. Materia planetară ratată de una dintre ele ar fi culeasă de cealaltă. În cele din urmă, am avea de-a face cu două stele lipsite de planete.

Ipoteza nu a fost demonstrată în cazul stelei duble 61 Cygni, cea dintîi a cărei depărtare față de Pămînt a fost determinată în 1838, depărtare care s-a dovedit a fi de 11,1 ani-lumină.

Așa cum am mai spus, 61 Cygni este o stea binară. Cele două stele care compun sistemul, 61 Cygni A și 61 Cygni B, sînt despărțite de 29 de secunde de arc atunci cînd le privim de pe Pămînt. (Distanță care reprezintă cam 1/64 din lățimea lunii pline.)

Fiecare dintre stelele componente este mai mică decît Soarele, dar ambele sînt destul de mari pentru a fi asemănătoare cu Soarele. 61 Cygni A are o masă egală cu 0,6 din masa Soarelui, iar 61 Cygni B are o masă de 0,5 din masa Soarelui. Prima are un diametru de aproximativ

100 000 km, iar cea de-a doua un diametru de aproximativ 100 000 km. Ele sînt separate de o distanță medie de aproximativ 12 400 000 000 km, ceva mai mult decît dublul distanței medii dintre Soare și Pluto, și efectuează o rotație completă în jurul centrului lor de gravitație o dată la 20 de ani. Dacă ne-am imagina planeta Pămînt pe o orbită în jurul uneia dintre stelele din sistemul 61 Cygni la o distanță egală cu cea la care aceasta evoluează în jurul Soarelui, cealaltă stea din sistemul 61 Cygni ar apărea pe cerul nocturn ca un obiect stelar strălucitor, fără un disc vizibil, fără a emite o cantitate semnificativă de radiații și fără a produce efecte gravitaționale semnificative.

Ne putem imagina cu ușurință ambele stele ale sistemului 61 Cygni posedînd cîte un sistem planetar la fel de complicat ca al Soarelui, fără a exista influențe reciproce.¹

În acest caz, nu vom face apel exclusiv la speculații. Prima dovadă privind existența unui obiect planetar în jurul altei stele este legată de sistemul 61 Cygni. După modul în care distanța dintre cele două stele se modifică printr-o oscilație în timpul rotației a fost dedusă prezența unui al treilea corp ceresc, 61 Cygni C. Intensitatea oscilației a permis să se deducă existența unei planete mari, cu o masă de 8 ori mai mare decît cea a lui Jupiter.

Astronomii sovietici de la observatorul Pulkovo, de lângă Leningrad, au studiat cu atenție orbitele stelelor din sistemul 61 Cygni, au măsurat neregularitățile oscilației și au afirmat în 1977 că este vorba de influența a trei planete. Ei consideră că 61 Cygni A are două planete mari, una de 6 ori mai mare și alta de 2 ori mai mare ca masă decît Jupiter, în timp ce 61 Cygni B are o planetă mare, de 7 ori mai masivă decît Jupiter.

Aceste observații sînt executate la limita posibilităților. Micile modificări ale mișcării stelelor din sistemul 61 Cygni abia pot fi observate, și este foarte posibil ca ele să fie produse numai de erori nesemnificative de măsurare sau interpretare.

¹ Dacă Pămîntul s-ar afla la fel de departe de una dintre stelele sistemului 61 Cygni ca de Soare, el ar trăi într-o veșnică epocă iacă. Pe de altă parte, dacă Pămîntul s-ar afla față de una dintre stele la distanța la care se află Venus față de Soare, Pămîntul ar duce o viață foarte fericită.

Pînă una-alta însă, și mai ales pînă la perfecționarea metodelor de observare, putem crede că ambele stele ale unui sistem binar (stele asemănătoare cu Soarele) posedă planete, cel puțin planete mari. Dacă există planete mari, e foarte ușor să presupunem că există o mulțime de planete mai mici, de sateliți, de asteroizi și de comete — toate prea mici pentru a influența vizibil oscilația stelelor.

Ar putea fără îndoială să existe și sisteme binare în care stelele se găsesc ceva mai aproape decît cele din sistemul 61 Cygni.

Să ne gîndim la cele două stele ale sistemului binar Alpha Centauri. Alpha Centauri A are o masă egală cu 1,8 din masa Soarelui, iar Alpha Centauri B are o masă egală cu 0,87 din masa Soarelui. Cele două stele sînt despărțite de o distanță medie de 3,5 miliarde de kilometri. Ele se rotesc în jurul centrului lor gravitațional comun pe orbite eliptice și se apropie mult mai mult una de cealaltă în anumite condiții. Distanța maximă dintre cele două stele este de 5,3 miliarde de kilometri, iar distanța minimă de 1,7 miliarde de kilometri.

Să presupunem că Alpha Centauri B se rotește în jurul Soarelui nostru așa cum o face de fapt în jurul lui Alpha Centauri A. Dacă am desena orbita lui Alpha Centauri B în raport cu Soarele, aceasta ar urma o traiectorie eliptică care ar duce-o cu mult dincolo de orbita lui Neptun în momentul îndepărtării maxime față de Soare și foarte aproape de orbita lui Saturn la apropierea maximă.

În asemenea condiții, nici una dintre stele nu ar avea un sistem planetar complex așa cum are acum Soarele. Planetele aflate la o distanță egală cu cea a lui Jupiter sau a celorlalte planete uriașe, indiferent de steaua în jurul căreia s-ar roti, ar suferi influența gravitațională a celeilalte stele și ar avea orbite instabile.

Pe de altă parte însă, ar putea exista un sistem planetar interior. Dacă Alpha Centauri B s-ar roti în jurul Soarelui așa cum se rotește în jurul lui Alpha Centauri A, noi, pămîntenii, nu ne-am da seama de diferențe dacă am ține ochii închiși. Alpha Centauri ar fi un obiect stelar strălucitor, care ar avea apropierea maximă o strălucire de 5 000 de ori mai mare decît a Lunii pline și de 1/100 din strălucirea Soarelui. Ea ar contribui cu 0,1 pînă la 10% la căldura

primită de la Soare în raport cu porțiunea de orbită pe care s-ar găsi, ceea ce nu ne-ar deranja. Nici măcar influența ei gravitațională nu ar afecta semnificativ orbita Pământului.

La urma urmei, chiar și Alpha Centauri B ar putea avea un sistem planetar interior. O planetă aflată în ecosfera ei (care ar fi mai modestă ca dimensiuni decât ecosfera stelei Alpha Centauri A sau decât a Soarelui) nu ar fi serios influențată de celălalt corp ceresc mai mare.

Ca și sistemul 61 Cygni, atât Alpha Centauri A, cât și Alpha Centauri B ar putea avea ceea ce numim o "ecosferă utilă", o ecosferă în care o planetă asemănătoare cu Pământul ar putea evolua fără a fi influențată din punctul de vedere al radiației sau gravitației de către cealaltă stea.

În 1978, Robert S. Harrington (cercetător la Observatorul Naval al S.U.A.) a publicat rezultatele unor simulări pe calculator ale orbitelor din jurul stelelor duble.

Dacă o stea asemănătoare cu Soarele face parte din sistemul stelei duble și dacă distanța dintre cele două stele este de cel puțin de 3,5 ori mai mare decât distanța dintre ecosferă și steaua asemănătoare cu Soarele, avem de-a face cu o ecosferă utilă. În cazul propriului nostru sistem solar, aceasta ar însemna că Soarele ar putea avea un însoțitor la o distanță egală cu cea la care se găsește planeta Jupiter, care să nu exercite o influență gravitațională asupra Pământului. Dacă acest însoțitor ar fi mai puțin strălucitor decât Alpha Centauri B, el nu ar avea o influență semnificativă asupra Pământului din punctul de vedere al radiației.

Există sisteme binare ale căror stele se găsesc chiar mai aproape decât cele din sistemul Alpha Centauri. Cele două stele ale sistemului binar Capella sînt separate de o distanță de doar 84 000 000 km, distanță mai mică decât cea dintre Venus și Soare.

Nici una dintre stelele unui astfel de sistem binar nu poate avea un sistem planetar așa cum are Soarele. Orbitele planetare din jurul uneia dintre stele ar fi influențate gravitațional de către cealaltă, devenind astfel instabile.

Or, dacă o planetă s-ar afla destul de departe, ea nu s-ar roti în jurul vreuneia dintre stele, ci în jurul

centrului de gravitație comun ambelor stele. O asemenea planetă s-ar comporta gravitațional față de cele două stele precum față de un singur obiect în formă de halteră.

Harrington a efectuat calcule care arată că o planetă situată la o distanță de centrul de gravitație al sistemului binar de cel puțin 3,5 ori mai mare decât distanța care separă cele două stele trebuie să aibă o orbită stabilă. În cazul sistemului Capella, o planetă pe o orbită stabilă ar trebui să se găsească la cel puțin 300 000 000 km de centrul de gravitație.

Într-un sistem binar strâns, atunci când ambele stele ajung la o luminozitate totală adecvată, o asemenea orbită largă ar putea fi foarte bine cuprinsă în ecosfera comună ambelor stele. Iată deci și un alt mod în care un sistem binar ar putea avea o ecosferă utilă.

Există perechi de stele care se rotesc atât de aproape una în jurul celeilalte încât nici cele mai perfecționate telescoape nu le pot separa. Existența lor ca perechi este descoperită numai prin spectroscopie, atunci când vedem că liniile întunecate ale spectrului se dublează și se unesc de nenumărate ori.

Cea mai simplă explicație ar consta în presupunerea existenței a două stele extrem de apropiate care se roteau una în jurul celeilalte, astfel încât în timp ce una se îndepărtează de noi, cealaltă se apropie. În acest caz, steaua ar prezenta o deplasare spre roșu, în timp ce cealaltă ar prezenta o deplasare spre violet, ceea ce ar produce dublarea liniilor spectrale. Un fenomen asemănător produce lățirea liniilor spectrale ale unei stele aflate în rotație. Revoluția a două stele este mai rapidă însă decât rotația unei stele, astfel încât lățirea liniilor poate ajunge până la dublarea lor.

Prima asemenea stea „binară spectroscopică” observată vreodată a fost steaua Mizar ; în 1889, astronomul american Edward Charles Pickering (1846—1919) i-a depistat dublarea liniilor spectrale. De fapt, stelele componente ale sistemului Mizar sînt separate de 164 000 000 km, distanță net superioară celei dintre stelele sistemului Capella. Perechea de stele Mizar nu era văzută prin telescop pereche numai din cauza distanței foarte mari la care se află.

Stelele componente ale unor sisteme binare spectroscopice sînt și mai aproape una de cealaltă. Ele se p

afla la o distanță de un milion de kilometri una de cealaltă, atingându-se aproape, efectuând o rotație completă în jurul centrului de gravitație în numai câteva ore.

Dacă ne-am putea imagina în locul Soarelui două stele, fiecare dintre ele avînd doar jumătate din strălucirea acestuia, despărțite de o distanță de numai 42 700 000 km — mai puțin decît distanța dintre Soare și Mercur —, am avea de-a face cu un Pămînt aflat pe o orbită stabilă. Planetele situate la depărtări mai mici, precum Mercur și Venus, nu ar putea, în aceste condiții, să-și mențină stabilitatea orbitei, spre deosebire de Pămînt.

Într-un asemenea caz însă, masa totală a celor două stele ar fi mai mare decît masa Soarelui, iar perioada de revoluție a Pămîntului ar fi cu mult mai scurtă decît un an. Mai mult, cele două stele aflîndu-se la distanțe mereu variabile, anotimpurile terestre ar prezenta variațiuni mult mai complicate decît cele pe care le cunoaștem. Nici unul dintre acești factori însă nu ar face Pămîntul neospitalier vieții.

Ei bine, oare cîte stele asemănătoare cu Soarele, aflate în Galaxia noastră, au ecosfere utile ?

Pentru început putem considera că toate stelele asemănătoare cu Soarele, care evoluează singure, au ecosfere utile, ceea ce înseamnă dintr-o dată 30 de miliarde.

Am eliminat din cadrul sistemelor binare toate stelele asemănătoare cu Soarele care au drept însoțitor o stea uriașă (sau o stea mică și densă care reprezintă rămășițele comprimate și condensate ale unei stele uriașe care a explodat).

Dintre cele 18 miliarde de stele asemănătoare cu Soarele aflate în asociație binară cu alte stele asemănătoare cu Soarele, putem aprecia că o treime posedă ecosfere utile. Asta ar însemna că în această categorie intră 6 miliarde de stele. Aș spune că s-ar putea să existe (repet, s-ar putea) 4 miliarde de sisteme binare compuse din cîte două stele asemănătoare cu Soarele, în care doar steaua mai mare are o ecosferă utilă, și un miliard de sisteme binare de acest fel, în care ambele stele asemănătoare cu Soarele ar avea o ecosferă utilă.

Ce putem spune însă despre sistemele binare în care o stea asemănătoare cu Soarele este asociată cu o stea pitică ? Ajunsesem la concluzia că există 25 de miliarde de asemenea sisteme binare în Galaxie. O stea pitică va

influența mult mai puțin un sistem planetar, fie gravitațional, fie prin radiație, decît o stea mai mare. Ar putea deci susține fără a exagera că $\frac{2}{3}$ dintre stelele asemănătoare cu Soarele au ecosfere utile, ceea ce a însemna aproximativ 16 miliarde de stele.

Am ajuns astfel la cea de-a patra cifră :

4) Numărul de stele asemănătoare Soarelui aflate în Galaxia noastră și care au o ecosferă utilă = 52 000 000 000

Populații de stele

Nu am terminat încă. Chiar dacă o stea asemănătoare cu Soarele are o ecosferă utilă, s-ar putea să nu existe nici o planetă asemănătoare cu Pămîntul în acea ecosferă. Stelele sînt diferite nu numai ca masă, luminozitate și mod de asociere. Ele diferă și din punctul de vedere al compoziției chimice.

Atunci cînd s-a format Universul, în urmă cu vreo 15 miliarde de ani, materia pare să se fi împrăștiat pornind de la o masă centrală în explozie. La început, materia era compusă aproape în întregime din hidrogen, cel mai simplu element, la care se adăugau cîteva procente de heliu, element situat pe locul imediat următor din punctul de vedere al complexității. Practic, pe atunci nu existau nici unul dintre elementele mai grele.

Materia primordială, formînd o masă de gaze de dimensiunile Universului, s-a scindat în părți turbulente, fiecare de mărimea unei galaxii. Din aceste protogalaxii s-au format stelele diferitelor galaxii.

Dacă ne ocupăm de oricare dintre aceste mase de gaze de dimensiunile unei galaxii, observăm că regiunile centrale erau mai dense decît regiunile periferice. Gazul din regiunile centrale s-a separat destul de uniform în mase mici, de dimensiuni stelare, fiecare fiind destul de aproape de cealaltă, astfel încît nici una din masele de dimensiuni stelare nu putea colecta mai multă materie decît oricare alta. S-au format în acest fel foarte multe stele, toate de mărime mică sau mijlocie ; nici una dintre ele nu era uriașă. Mai mult decît atît, aproape tot gazul a fost adunat de către stele, astfel încît regiunile interstelare din centrul Galaxiei erau aproape complet lipsite de gaze.

Aceste stele, caracteristice regiunii centrale a unei galaxii, se numesc stele din populația II.

În regiunile aflate la distanțe moderate în raport cu centrul nu există suficiente gaze pentru a forma o aglomerație uniformă și continuă de stele. Gazele se împrăstie în câteva sute de zone mici, relativ dense, și din fiecare dintre acestea se formează câte un grup compact de 10 000 pînă la 1 000 000 de stele. Acesta este modul de formare al unei „îngrămădiri globulare”. Îngrămădirile globulare constituie un înveliș sferic în jurul centrului galactic și nu conțin aproape deloc praf cosmic; stelele din asemenea îngrămădiri aparțin și ele populației II.

Trebuie să reținem, în legătură cu stelele din populația II, că ele s-au format dintr-un gaz care era în cea mai mare parte compus din hidrogen, puțin heliu și nimic altceva. Sistemele planetare care s-au format în jurul unor astfel de stele trebuie să fie alcătuite din planete cu o structură chimică asemănătoare. Planetele care se formează în jurul stelelor din populația II ar trebui să aibă o compoziție asemănătoare cu cea a lui Jupiter și Saturn, lipsindu-le însă mixtura înghețată — apă, amoniac, metan — caracteristică acestor planete.

Nu ar putea exista obiecte cosmice mici în aceste sisteme planetare, întrucît aceste obiecte cosmice mici nu ar avea o atracție gravitațională suficientă pentru a reține hidrogenul și heliul, singurele elemente disponibile.

Nu ar exista nici viață, fiindcă pentru viață (așa cum o cunoaștem) este nevoie de elemente precum carbonul, oxigenul, azotul și sulful, care nu sînt prezente în cantități apreciabile în sisteme planetare din populația II.

Desigur, cu timpul se formează și elementele mai grele. Pe măsură ce o stea din populația II strălucește timp de miliarde de ani, în miezul ei se formează, datorită reacțiilor de fuziune, elemente grele, inclusiv cele neapărat necesare vieții.

Aceste elemente grele sînt însă inutile pentru viață atîtă vreme cît rămîn în miezul stelelor.

În cele din urmă însă, o stea va părăsi secvența principală, va suferi o expansiune și apoi un colaps. Dacă steaua este mică, nu cu mult mai mare decît Soarele nostru, colapsul nu e însoțit de explozie, și se naște o pitică albă. În timpul colapsului însă, aproape o cincime din masa stelei se transformă într-un nor de gaze care înconjoară pitica albă. Rezultă ceea ce se numește o nebuloasă planetară. Învelișul de gaze aflat în expansiune se împrăstie

lent în spațiu, pînă cînd devine prea rarefiat pentru putea fi detectat vizual ; tot ce mai rămîne este pitica albă.

Dacă o stea are o masă mai mare decît de 1,4 ori masa Soarelui, ea explodează în timpul colapsului. Cu cît steaua este mai masivă, cu atît explozia este mai violentă. asemenea, explozie de supernovă poate transforma pînă la 9/10 din masa unei stele în vîrtejuri de gaze lansate în spațiu.

Gazul care se împrășteie în spațiu, indiferent dacă provine dintr-o nebuloasă planetară sau dintr-o supernovă, conține cantități apreciabile de elemente mai complicate. Procesul exploziei supernovelor produce în mod special elementele complicate care nu se formează în centrul unor stele cu maturizare lentă aflate în timpul secvenței principale. În centrul acestor stele nu se formează elemente mai grele decît fierul, în timp ce episodul foarte scurt al exploziei supernovei produce elemente precum uraniul, și chiar mai grele decît acesta.

Stelele din populația II nu sînt însă prea masive. Întrucît conțin de la bun început un procent relativ mare de hidrogen, ele se mențin multă vreme în secvența principală. În timpul celor 15 miliarde de ani care s-au scurs de la marea explozie inițială, aproape toate aceste stele s-au menținut în cadrul secvenței principale, elemente grele rămînînd ascunse în miezurile lor.

Am putea deduce în consecință că centrele galaxiilor sînt niște locuri liniștite, unde nu se întîmplă nimic — ceea ce ar reprezenta o deducție fundamental greșită.

În 1963 au fost descoperiți quasarii. Ei sînt obiecte cosmice asemănătoare cu stelele ; cînd au fost descoperite se credea că nu sînt decît niște stele palide din propria noastră Galaxie. Ei s-au dovedit însă a fi situați la distanțe de peste un miliard de ani-lumină, mult mai departe decît oricare dintre galaxiile vizibile. Pentru a putea fi văzuți la o asemenea depărtare, quasarii trebuiau să strălucească de 100 de ori mai intens decît o galaxie obișnuită. Totuși ei sînt obiecte cosmice mici — cu un diametru de cel mult 1 sau 2 ani-lumină — față de diametrele de multe mii de ani-lumină caracteristice galaxiilor obișnuite.

Cele mai recente cercetări par să vină în sprijinul ideii că quasarii sînt centre galactice strălucitoare, înconjurate, desigur, de structura exterioară a unei galaxii obișnuite. Numai că la distanțele uriașe la care se găsesc quasarii doar centrul strălucitor este vizibil.

Se naște deci întrebarea : ce poate face un centru galactic să strălucească atât de intens ?

Se pare că centrele galaxiilor sînt destul de des scena unor evenimente violente. Unele centre galactice explodează vizibil ; altele lansează uriașe fascicule de unde radio provenite din surse aflate de o parte și de alta a centrului, ca și cum o explozie ar fi aruncat materie în toate direcțiile.

Toate centrele galactice sînt strălucitoare, însă unele sînt mai strălucitoare decît celelalte. Studiind galaxii din ce în ce mai îndepărtate, ajungem la un punct de la care nu mai putem vedea decît cele mai strălucitoare centre galactice : quasarii.

Ce să fi stîrnit oare o asemenea violență printre pașnicele stele ale populației II ?

Nimic, dacă ar fi lăsate în pace ; numai că nu sînt lăsate în pace. În zonele aglomerate ale centrelor galactice stelele sînt de un milion de ori mai îngrămădite decît în zona noastră, situată la periferia galaxiei. Stelele din centrul Galaxiei pot fi separate de distanțe medii de doar 70 de miliarde de kilometri, de 10 ori mai mult decît distanța dintre Soare și Pluto.

În asemenea condiții de aglomerație, ciocnirile și întîlnirile nu sînt niște rarități. Transferul și captura de masă pot duce la formarea unor stele extrem de masive care explodează rapid, eliberînd energii care duc la o adevărată reacție în lanț de explozii și de formare a unor „găuri negre“. Acestea reprezintă ultima fază a condensării stelare (vezi și cartea mea *Prăbușirea Universului*).

Gaura neagră reprezintă materia ajunsă la un maximum de densitate și are un cîmp gravitațional atât de intens, încît nimic nu poate să-i părăsească suprafața, nici măcar lumina.

Dacă o gaură neagră se formează în condiții în care este înconjurată de materie (precum în centrele galactice), acea materie se scurge constant sub forma unui curent spiralat în gaura neagră, emițînd raze X și alte radiații încărcate de energie în timpul procesului. (Radiația este emisă înainte ca materia să pătrundă în gaura neagră, astfel încît ea se poate propaga în spațiu.) Gaura neagră crește ca masă, ajungînd în cele din urmă destul de mare pentru a putea înghiți stele întregi.

Există o sursă foarte puternică de radiație chiar în centrul propriei noastre Galaxii, care ar putea fi foarte bine

o gaură neagră, cu o masă egală cu masa a 100 000 000 de stele. Pare foarte probabil, după cum s-a afirmat în 1978, ca galaxia uriașă M87 să aibă în centru o gaură neagră cu o masă egală cu cea a 10 miliarde de stele. S-ar putea chiar ca fiecare galaxie și fiecare îngrămădire globulară să aibă în centru o gaură neagră.

Asemenea evenimente violente petrecute în centrul galaxiilor ar putea produce atomi grei răspîndindu-i în spațiu, dar la ce bun ? Astfel de evenimente violente emit cantități enorme de radiații purtătoare de energie, făcînd astfel imposibilă viața (așa cum o cunoaștem) pe o rază de mulți ani-lumină.

Regiunile aparținînd populației II sînt de două ori neadekvate vieții, ținînd seama de compoziția chimică și de energia radiațiilor.

Să ne ocupăm acum de periferie, de zonele pe care nu le ating violența și radiația din centru.

Aici gazul primordial era relativ rarefiat și neuniform distribuit. Din acest motiv, formarea stelelor a fost dezordonată, s-au format stele gigantice într-un număr imposibil de imaginat în condițiile din centru. (S-au format, desigur, și multe stele mici și mijlocii.)

Stelele de la periferia unei galaxii, printre care multe stele uriașe, răspîndite neuniform în spații mult mai vaste decît cele din regiunile centrale, sînt cunoscute sub numele de stele din populația I¹. Mai mult decît atît, există zone periferice în care gazele erau prea rarefiate pentru a se condensa cu ușurință. De aceea, pînă în ziua de azi, zonele de la marginea galaxiilor care conțin stele din populația I sînt foarte bogate în nori de gaze și praf.

Stelele din populația I erau la origine compuse tot din hidrogen și heliu, ea și stelele din populația II. Există însă o diferență, și anume :

Stelele gigantice care s-au format la periferia galactică nu au rămas multă vreme în secvența principală. Cîteva sute de mii de ani pentru adevărații monștri ; cîteva milioane de ani pentru titani ; cel mult un miliard de ani pentru cele pur și simplu uriașe.

Atunci cînd au ieșit din secvența principală, s-au dilatat și apoi s-au contractat, au explodat în supernove de o violență inimaginabilă. Uriașe cantități de gaze conținînd cantități semnificative de elemente complexe s-au răspîn-

¹ Aceste stele au fost încadrate în clasa I întrucît seamănă foarte bine cu stelele din propria noastră regiune a Galaxiei.

dit în spațiu, adăugându-se la norii de gaze necondensate care se aflau acolo.

Asemenea explozii se petrec mereu la marginea galaxiilor, numai că stelele de la periferie se găsesc la distanțe atât de mari una de cealaltă, încît supernovele nu afectează în mod serios alte stele, decît cel mult vecinele lor.

De la apariția Galaxiei noastre s-au produs la periferia ei poate peste 500 000 000 de explozii de supernove. Aceste 500 000 000 de explozii au îmbogățit foarte mult spațiul cu elemente complexe, contribuind și la mărirea densității norilor de gaze și praf care existau de la bun început. Poate că forța exploziilor este cea care a inițiat turbulențele și comprimările din norii de gaze, care aveau să ducă la formarea unei noi stele sau a unor noi grupuri de stele.

Stelele noi, formate din nori de gaze conținînd elemente produse de o stea mai veche, care a răspîndit aceste elemente în timpul propriei agonii, se numesc stele din generația a II-a. Soarele nostru, care s-a format în urmă cu 5 miliarde de ani, pe cînd Galaxia noastră avea o vîrstă de peste 10 miliarde de ani, și după ce muriseră sute de milioane de stele, este o stea din generația a II-a.

Norul din care se formează stelele din generația a II-a conține elementele din care se formează ghețurile, rocile și metalele, putînd astfel produce sisteme planetare asemănătoare cu propriul nostru sistem solar.

În căutarea noastră de stele asemănătoare cu Soarele, capabile că joace rolul de incubator al vieții, va trebui deci să eliminăm stelele din populația II și chiar multe din stelele aparținînd populației I. Ne vom referi deci doar la stelele din populația I, aparținînd celei de-a II-a generații.

Stelele din populația II sînt prezente într-o mică parte din volumul total al unei galaxii, în regiunile centrale compacte și în îngrămădirile globulare aproape la fel de compacte. Toate spațiile imense ale regiunilor periferice reprezintă domeniul stelelor din populația I.

Ceea ce nu este însă atât de impresionant pe cît pare, 80% dintre stelele unei galaxii se află în regiunile centrale compacte și în îngrămădirile globulare.

Am putea afirma că jumătate din cele 20% dintre stelele aflate în regiunile populației I aparțin celei de-a II-a generații. Aceasta înseamnă că 10% dintre toate stelele asemănătoare Soarelui, care au ecosfere utile, sînt stele aparținînd celei de-a II-a generații a populației

I care ar putea avea planete asemănătoare cu Pământul în jurul lor.

Ceea ce ne duce la a cincea cifră :

5) Numărul de stele din generația a doua din populația I asemănătoare cu Soarele, cu o ecosferă utilă, aflate în Galaxia noastră = 5 200 000 000.

Ecosfera

Chiar dacă o stea este un incubator perfect, chiar dacă ea este din toate punctele de vedere o copie perfectă a Soarelui nostru, nu e suficient. E nevoie nu numai de un incubator, ci și de un material care să fie incubat. Pe scurt, este necesară existența unei planete pe care viața să se poată dezvolta sub radiația binefăcătoare a stelei pe care aceasta o înconjoară.

Am stabilit cu precizie că, practic, fiecare stea are un sistem planetar, astfel încât există 5 200 000 000 de stele din generația a II-a, populația I, asemănătoare Soarelui, în Galaxia noastră, care au planete — dar unde se găsesc aceste planete ?

O stea anume ar putea fi un incubator perfect, dar unele din planetele ei s-ar putea găsi prea aproape de ea, fiind astfel prea fierbinți pentru viață, în timp ce altele s-ar putea afla prea departe, fiind astfel prea reci pentru viață. S-ar putea chiar ca în ecosfera stelei să nu existe nici o planetă pe care să existe apă în stare lichidă.

Care să fie oare șansele unei stele de a avea o planetă, cel puțin una, în interiorul propriei ecosfere ?

Raționamentele noastre sînt îngreunate de faptul că nu cunoaștem în detaliu decît un singur sistem planetar, — al nostru. Pe lângă asta, nu avem nici o posibilitate de a afla detalii legate de vreun alt sistem planetar. Puținele planete pe care credem că le-am detectat în jurul unor stele apropiate sînt cît Jupiter sau chiar mai mari.

Asemenea planete gigantice sînt singurele pe care le putem detecta pe moment, cu mari greutăți și cu destulă incertitudine. E imposibil să afirmăm cu siguranță că există planete situate în interiorul ecosferei unor astfel de stele, planete care să fie destul de aproape de stea și destul de mici ca dimensiuni pentru a fi asemănătoare cu Pământul.

Sîntem obligați să revenim la ce avem, la propriul nostru sistem planetar. S-ar putea întîmpla ca el să reprezinte o structură bizară, cu totul atipică, imposibil de folosit ca termen de referință, numai că nu avem nici un motiv să credem asta. Sîntem ispitiți să urmăm principiul mediocrității și să presupunem că sistemul planetar în care ne găsim este tipic și poate fi folosit drept termen de referință.

Există speranțe că nu sîntem victimele unor prejudecăți, că nu ne îmbătăm cu apă rece. Speranțele ni le-a oferit astronomul american Stephen H. Dole folosind un calculator electronic. Pornind de la un nor de praf și gaze, cu masa și densitatea bănuite a reprezenta datele caracteristice ale norului care se găsește la originea sistemului solar, el a programat mișcările aleatorii, coalescența particulelor la coliziune, efectele gravitaționale etc. Computerul a dedus rezultatele finale.

Calculatorul electronic a descifrat scenariile eventuale, în fiecare dintre cazurile plauzibile s-a format un sistem planetar foarte asemănător cu al nostru. Existau 7 pînă la 14 planete, planetele mici aflîndu-se aproape de Soare, planetele mari mult mai departe, urmate de alte planete mici, și mai departe. În aproape toate cazurile se forma o planetă cu o masă cam cît cea a Pămîntului, cam la distanța la care se află Pămîntul față de Soare, în timp ce planete asemănătoare cu Jupiter din punctul de vedere al masei apăreau la distanțe foarte apropiate de distanța care îl separă pe Jupiter de Soare și așa mai departe.

Adevărul este că, dacă amestecăm o diagramă a sistemului solar printre diferitele simulări ale calculatorului, ne este foarte greu să le deosebim, să spunem care este cea reală și care cea simulată.

Greu de spus cît putem crede și ce importanță putem acorda simulărilor pe calculator; pe cît știm noi însă, ele atribuie culoarea adevărului principiului mediocrității, cel puțin în acest caz.

Dacă ne studiem propriul sistem planetar plecînd de la presupunerea că el reprezintă un caz tipic, vedem că planetele se mișcă pe orbite aproape circulare, relativ îndepărtate una de cealaltă, și că orbita unei planete nu se suprapune cu orbita altei planete apropiate.

Pare rezonabil, întrucît orbitele prea apropiate s-ar dovedi, pînă la urmă, instabile. Pe lîngă efectele coliziunilor mai există și efectele gravitaționale care tind, toate,

să îndepărteze lumile, încă din cea mai timpurie perioadă a sistemului solar.

Asta înseamnă că este cu totul improbabil să găsim foarte multe lumi înghesuite în ecosfera unei stele precum Soarele. Nu de alta, dar ecosfera nu e destul de încăpătoare pentru așa ceva. Am putea, făcînd apel la intuiție, să bănuim că este puțin probabil să găsim mai mult de o planetă în interiorul ecosferei, după ce lumile și-au terminat procesul de separație; poate, cel mult, două, dacă se întîmplă să avem de-a face cu o planetă dublă, cum ar fi Pămîntul și Luna.

Cum se potrivesc toate acestea cu sistemul nostru planetar?

Aici, de exemplu, Pămîntul se găsește cu siguranță în interiorul ecosferei Soarelui, altfel dumneavoastră și cu mine nu am exista pentru a ridica această problemă.

Pînă în urmă doar cu o generație se credea că ecosfera are o profunzime de 100 000 000 de kilometri, întrucît se presupunea că, deși Venus este incomod de fierbinte, iar Marte incomod de rece, ambele posedă medii ale căror caracteristici nu sînt chiar extreme și nu interzic prezența vieții.

Nu e așa. Venus suferă de un caz galopant de efect de seră și este mult prea fierbinte pentru a adăposti viața. Marte ar putea fi într-o permanentă epocă glaciară, fiind prea rece pentru viață. Asemenea condiții pot fi provocate, mai exact pot fi declanșate, de cauze în aparență minore.

Dacă e așa, ecosfera Soarelui ar putea fi chiar mai modestă decît credem. Într-adevăr, în 1978 un cercetător de la NASA, Michael Hart, a simulat pe calculator întreaga istorie a Pămîntului și, dacă presupunerile de la care a pornit sînt corecte, ca și programarea calculatorului, atunci s-ar părea că Pămîntul, într-o etapă a istoriei sale, a scăpat de efectul de seră ca prin urechile acului, așa cum, în altă etapă a istoriei sale, a scăpat, tot ca prin urechile acului, de o epocă glaciară permanentă. Dacă s-ar fi găsit ceva mai aproape sau ceva mai departe de Soare, Pămîntul ar fi căzut pradă unuia sau altuia dintre aceste fenomene. Cifrele lui Hart par să indice că ecosfera Soarelui are o profunzime de doar 10 000 000 de kilometri și că numai datorită unei întîmplări fericite Pămîntul se află în interiorul acesteia.

Ei bine, ce mai putem spune ? Dacă ecosfera este destul de mare (chiar dacă nu este suficient de mare pentru a include fie pe Venus, fie pe Marte), atunci, bazându-ne pe simularea pe calculator a sistemelor planetare efectuată de Dole, e aproape sigur că o planetă se va forma pe undeva, într-un sistem solar. Probabilitatea este aproximativ 1.

Pe de altă parte, dacă simularea pe calculator a trecutului Pământului, efectuată de Hart, este corectă, pare foarte probabil că nici o planetă nu se va forma în interiorul ecosferei și că toate planetele din apropierea stelei vor semăna cu Venus sau cu Marte și numai rareori cu Pământul. În acest caz, probabilitatea existenței unei planete în interiorul ecosferei tinde spre zero.

Rezultatele simulărilor pe calculator sînt prea recente și, cine știe, poate prea vagi pentru a ne permite să înclinăm ferm spre optimism sau spre pesimism. Ar fi ideal să alegem o cale de mijloc și să presupunem că probabilitatea existenței unei planete în interiorul ecosferei este apropiată de 0,5, adică una din două.

Ajungem astfel la a șasea cifră :

6) *Numărul de stele din generația a doua din populația I, aflate în Galaxia noastră, care au o ecosferă utilă și o planetă pe o orbită situată în interiorul acestei ecosfere* = 2 600 000 000.

Habitabilitate

Simpla prezență a unei planete în interiorul unei ecosfere nu înseamnă că planeta este capabilă să adăpostească viața, cu alte cuvinte că este locuibilă.

Ne putem convinge de acest fapt chiar în cazul propriului nostru sistem solar. Faptul că Pământul este singura planetă din sistemul solar situată, evident, în interiorul ecosferei stelei în jurul căreia se rotește este foarte clar. Definiția cuvîntului *planetă* însă ne împiedică parțial să observăm că există două lumi în interiorul ecosferei.

Luna, la drept vorbind, nu este o planetă, întrucît se rotește în jurul Pământului (sau, mai exact, în jurul centrului de gravitație al sistemului Pământ-Lună, în jurul căruia se rotește și Pământul), dar este o lume. Mai mult, e

o lume la fel de ferm situată în interiorul ecosferei, ca și Pământul, și totuși Luna nu este o lume locuibilă ¹.

Masa Lunii este cu siguranță mult prea mică pentru a o face locuibilă, întrucât această masă mică nu îi permite să rețină o atmosferă sau apă în stare lichidă. Ce putem însă spune despre masele planetelor ?

Așa cum am văzut la stelele din populația II, în cazul cărora singurele materiale disponibile pentru formarea planetelor sînt hidrogenul și heliul, singurele planete posibile ar părea să fie giganții cu o masă egală sau mai mare decît Uranus. Altfel, nu ar exista un cîmp gravitațional suficient de intens pentru a reține hidrogenul și heliul.

În cazul stelelor din populația I, singurele pe care le considerăm capabile să joace rolul de incubatoare ale vieții, avem de-a face cu metale, roci și ghețuri, pe lângă hidrogen și heliu, ca materiale care intră în structura planetelor. Și în acest caz, doar planetele gigantice pot folosi hidrogenul și heliul, și tocmai din acest motiv sînt ele planete gigantice.

Pe de altă parte, în cazul stelelor din populația I se pot forma și lumi mai mici, de dimensiuni diferite, din metale, roci și ghețuri, întrucît acestea se mențin unite prin alte forțe decît cea a gravitației.

Cît de mari pot fi aceste lumi mai mici ?

Nu prea mari, fiindcă chiar printre stelele din generația a II-a din populația I cantitatea de alte materiale decît hidrogenul și heliul este relativ mică și nu poate fi folosită pentru a clădi o lume mare. Dacă ar putea, aceste stele ar aduna hidrogen și heliu și ar deveni lumi gigantice.

Simularea pe calculator a formării planetelor efectuată de Dole pare să arate foarte clar că în interiorul ecosferei Soarelui se vor forma numai planete relativ mici, și nu giganți.

Dar cît de mare și cît de masivă poate fi o planetă negigantică ?

Dacă excludem cele patru planete uriașe din sistemul solar (și Soarele, bineînțeles), atunci cel mai mare corp din sistemul solar nu este altul decît Pământul.

¹ Apreciem habitabilitatea unei lumi după posibilitatea apariției vieții pe ea și întreținerea vieții independent de alte lumi. Dacă oamenii vor reuși să stabilească o bază pe Lună, aceasta nu va însemna că Luna este locuibilă, ci că oamenii sînt posesori de tehnologie și inteligență.

Pământul este, în consecință, probabil foarte aproape de limita superioară a masei pe care o pot atinge planetele guriase, care nu sînt compuse din hidrogen.

O planetă ceva mai mare ca Pământul, dar nu cu mult mai mare, ar putea, dacă toți ceilalți factori corespund, să fie locuibilă. Singura consecință inevitabilă a masei mai mari ar consta într-un cîmp gravitațional ceva mai intens care s-ar putea traduce printr-o atracție gravitațională ceva mai ridicată pe suprafață. Nu avem nici un motiv să credem că viața nu s-ar putea adapta unei atracții gravitaționale ceva mai ridicate pe suprafața unei planete.

La urma urmei, viața terestră a evoluat în ocean, unde influența gravitației este minoră. Organismele vii au învățat uscatul, unde influența gravitației este majoră, dar nu numai că s-au descurcat, ci au și evoluat spre metode de mișcare rapidă, în pofida gravitației. O atracție gravitațională ceva mai intensă la suprafață nu ar putea în nici un caz să înfrîngă o viață care a dovedit o asemenea deosebită adaptabilitate pe singura planetă pe care o putem studia în detaliu.

Dacă avem însă de-a face cu o lume ceva mai masivă decît Pământul, dar și ceva mai puțin densă, astfel încît suprafața ei se află mai departe de centru decît ne-am așteptat în condiții terestre, atunci atracția gravitațională la suprafață ar putea să nu fie mai mare decît cea de pe Pământ, ba chiar ar putea să fie ceva mai slabă.

Putem ajunge deci la concluzia că într-o ecosferă în care căldura stelei nu este destul de mare pentru a face imposibilă colectarea hidrogenului și heliului nu se formează planete care sînt prea masive pentru a adăposti viața.

Se pot forma lumi insuficient de masive, ca, de exemplu, Luna, dar ce înseamnă insuficient de masive ?

Pentru a susține viața, o lume trebuie să fie destul de masivă pentru a genera un cîmp gravitațional destul de intens ca să poată reține o atmosferă substanțială — nu doar de dragul atmosferei ca atare, ci fiindcă doar prezența acesteia poate face posibilă existența lichidelor pe suprafață.

În sistemul solar sînt exact patru lumi negigantice cu atmosfere substanțiale : Pământul, Venus, Marte și Titan.

Venus, a cărei masă reprezintă 0,82 din masa Pământului, are o atmosferă cu mult mai densă decît cea terestră

(dar este nelocuibilă din alte motive). Marte, a cărui masă reprezintă 0,11 din masa Pământului, are o atmosferă foarte rarefiată, care, deși substanțială, este evident insuficientă pentru orice altceva decât pentru cele mai simple forme de viață. Titan, a cărui masă este de 0,4 din masa Pământului, are o atmosferă care ar putea fi cea mai substanțială decât atmosfera marțiană, dar care există numai fiindcă Titan se găsește cu mult dincolo de limitele ecosferei.

În interiorul ecosferei, o lume își poate menține atmosferă adecvată chiar dacă nu este la fel de masivă ca Pământul, trebuind însă să fie mai masivă decât Marte. O masă care să reprezinte 0,4 din masa Pământului ar putea fi suficientă.

În interiorul și în apropierea ecosferei Soarelui există patru lumi de mărimi considerabile: Pământul, Venus, Marte și Luna. (Mai există corpuri cerești cu dimensiuni nesemnificative, așa cum sunt cei doi sateliți ai lui Marte, apariții periodice de asteroizi și comete, dar acestea pot fi ignorate, întrucât nu sunt semnificative.) Dintre aceste patru, Pământul și Venus depășesc cifra menționată, 0,4, în timp ce Marte și Luna nu o ating.

Dacă folosim principiul mediocrității și considerăm această situație drept o mostră semnificativă a situației generale din Univers, putem trage concluzia că din toate lumile aflate în ecosfere adecvate din jurul unor stele adecvate, doar jumătate au o masă care să le poată face locuibile.

Dacă în ecosferă există o lume cu o masă adecvată, multe din caracteristicile ei vor fi neîndoiește asemănătoare cu cele ale Pământului. Ea ar fi, de exemplu, prea caldă pentru a permite existența unor cantități substanțiale de materie înghețată în stare solidă; dacă această materie ar fi în stare lichidă sau gazoasă, câmpul gravitațional al lumii nu ar avea o intensitate suficientă pentru a o putea reține. De aceea, o lume cu o masă adecvată situată în ecosferă va fi compusă mai cu seamă din roci sau din metale, așa cum sunt toate lumile din sistemul solar interior.

Apa, acea materie înghețată care se topește și fierbe la cea mai ridicată temperatură, care este cea mai răspândită și care se combină cel mai ușor cu substanțele

oci, este, din toate aceste trei motive, forma de gheață care va fi cel mai probabil păstrată. De aceea lumile cu o masă adecvată aflate în ecosferă au toate șansele să aibă pe suprafețele lor mari cantități de apă în stare gazoasă, lichidă și solidă. Ele vor avea oceane care vor acoperi cel puțin o parte a suprafeței lor.

Pe scurt, o lume situată în ecosferă care are o masă adecvată va fi „precum Pământul“.

Dacă una din două lumi aflate în ecosferă este precum Pământul, ajungem la cea de-a șaptea cifră :

7) Numărul de stele din generația a doua din populația asemănătoare cu Soarele, aflate în Galaxia noastră, care au o ecosferă utilă și o planetă precum Pământul pe o orbită din interiorul acelei ecosfere = 1 300 000 000.

Chiar și o planetă asemănătoare cu Pământul din punctul de vedere al temperaturii și structurii ar putea fi nelocuibilă dintr-o mulțime de motive minore. Ea nu ar putea adăposti viața dacă ar fi supusă, de exemplu, unor condiții extreme de mediu.

Să presupunem că o planetă este situată la o distanță medie în raport cu Soarele, exact în mijlocul ecosferei. Fînd însă o orbită extrem de excentrică. La un capăt al orbitei ea s-ar putea apropia atît de mult de Soare, încît să atingă limita interioară a ecosferei, în timp ce la celălalt capăt al orbitei s-ar putea îndepărta suficient de Soare pentru a depăși limita exterioară a ecosferei. O asemenea planetă ar avea o vară scurtă, însă incredibil de fierbinte, oceanele ei ar fierbe, și o iarnă lungă, îngrozitor de friguroasă. În timpul căreia oceanele ar începe să înghețe.

Ne putem imagina dezvoltarea unei vieți care să reziste unor astfel de extreme, dar pare mai rezonabilă presupunerea că ea nu ar rezista.

Și alte condiții extreme ar putea micșora șansele apariției vieții — dacă axa de rotație a planetei ar fi foarte înclinată față de verticală (în raport cu planul mișcării de revoluție în jurul stelei proprii), cea mai mare parte a suprafeței planetei ar fi luminată timp de jumătate de zi și s-ar afla în întuneric toată cealaltă jumătate a zilei.

Altă posibilitate : dacă rotația unei planete este foarte lentă în jurul propriei axe, atunci zilele și nopțile sînt

destul de lungi pentru a favoriza extreme nedorite de temperatură.

Dacă o planetă este ceva mai masivă, s-ar putea întâmpla ca ea să adune destulă apă pentru ca oceanul ei să aibă dimensiuni planetare, cu puțin sau deloc uscat. Chiar dacă viața se dezvoltă, e puțin probabil să se dezvolte și tehnologia, iar noi nu căutăm doar viață, ci și tehnologie.

Dacă o planetă este însă ceva mai puțin masivă și nu reușește să adune destulă apă, avem de-a face cu o lume alcătuită mai cu seamă din deșerturi, în care formele de viață ar fi relativ rare și nu ar putea atinge nivelul de complexitate satisfăcătoare.

Se poate întâmpla să nu corespundă atmosfera, să oprească o prea mare parte din lumina solară sau o prea mică parte din radiația ultravioletă. Se poate întâmpla ca scoarța planetei să nu fie corespunzătoare, activitate vulcanică să fie prea intensă sau cutremurele prea frecvente. Poate că spațiul cosmic înconjurător nu este adecvat bombardamentele cu meteoriți fiind prea intense.

Nici una dintre aceste imperfecțiuni nu pare să fi probabilă. La urma urmei, dintre planetele sistemului nostru solar doar două (Mercur și Pluto) au orbite foarte eliptice, doar una (Uranus) are o înclinație foarte mare a propriei axe de rotație, doar două (Mercur și Venus) se rotesc foarte lent, și așa mai departe.

Și chiar dacă oricare dintre aceste imperfecțiuni este puțin probabilă în sine, și ar putea afecta cel mult una din zece planete precum Pământul, sau chiar mai puțin, toate imperfecțiunile se pot cumula.

Să presupunem din nou, intuitiv, că din două planete precum Pământul doar una se aseamănă cu Pământul din toate punctele de vedere esențiale, că are zile și nopți cu o durată rezonabilă, că variațiunile climatice sezoniere nu sînt extreme, că scoarța nu este nici prea agitată, nici inertă geologic, și așa mai departe.

Am putea spune că asemenea planete sînt „total asemenea cu Pământul” sau, mai simplu, „locuibile”. Nici nu mai e cazul să precizăm că ne referim la stele precum Soarele, la stele aparținînd populației I, din a II-a generație, avînd ecosfere utile. Termenul *locuibil* (sau *habitabil*) va implica toate aceste date.

Dacă din două planete precum Pământul una este locuibilă, ajungem la cea de-a opta cifră :

8) Numărul de planete locuibile din Galaxia noastră = 650 000 000.

Pare un număr mare, și chiar așa este, dar el reprezintă în bună parte conservatorismul nostru. Acest număr înseamnă că, în Galaxia noastră, doar o stea din 460 de stele se poate lăuda cu o planetă locuibilă. Este chiar o apreciere mai conservatoare decât cea făcută de unii astronomi de frunte. Carl Sagan, unul dintre cei mai importanți cercetători din domeniul explorării posibilității existenței inteligenței extraterestre, susține că în Galaxia noastră ar putea exista un miliard de planete locuibile.

Capitolul 9

VIATA

Generația spontanee.

E destul de greu să ne hotărîm, pe baza unei logici stricte (să sperăm) și a unor dovezi riguros selectate, să spunem că există 650 000 000 de planete locuibile doar în Galaxia noastră și, în consecință, peste două miliarde de astfel de planete în întreg Universul. Totuși, din punct de vedere al acestei cărți, ce interes prezintă aceste planete locuibile, dacă pe ele nu există viață ?

Trebuie deci să ne oprim în acest moment calculele legate de inteligența extraterestră și să profităm de această pauză pentru a încerca să spunem ceva rezonabil și inteligent în legătură cu șansele unei planete locuibile de a adăposti viața.

Pentru aceasta trebuie să revenim din nou la ceea ce cunoscut, adică la singura planetă locuibilă despre care știm că adăpostește viața : Pămîntul. Cu alte cuvinte, înainte de a spune ceva inteligent despre viață pe planetele locuibile în general, trebuie să vorbim despre modul în care a apărut viața pe Pămînt.

Primele speculații legate de existența vieții pe Pămînt presupuneau invariabil că viața a fost creată printr-un factor nenatural, de regulă prin acțiunea vreunui zeu sau semizeu. Cea mai cunoscută poveste tradițională, cel puțin în cazul civilizației noastre, se referă la crearea umanității în aceeași serie de acte divine care au creat întreg Universul.

După șase zile de Facere, lucrurile erau terminate. Dumnezeu a făcut în prima zi lumina ; uscatul și marea în a doua zi ; în a treia zi, plantele ; corpurile cerești în ziua a patra ; formele de viață din mare și din aer în a cincea zi ; iar formele de viață terestre, în ziua a

lumea. Prin actul creator final din ziua a șasea au apărut oamenii.

Viața, creată în trei zile diferite, a fost considerată ca fiind împărțită, în raport cu apariția, în trei categorii diferite („după felul lor” spune Biblia). Probabil că aceste categorii, în cele din urmă specii, sînt cele care există și astăzi. Multă lume credea că din prima zi a creației nu au mai apărut și nu au mai dispărut specii.

Biblia nu este foarte clară în privința datei la care a produs creația divină întrucît obiceiul datării precise a apărut relativ tîrziu în scrierile istorice. Unele deducții, bazate pe diverse afirmații din textul Bibliei, plasează momentul creației în urmă cu doar cîteva mii de ani. Data exactă care figurează într-una din edițiile britanice ale Bibliei (King James Bible) este 4004 î.e.n., dată calculată de teologul irlandez James Ussher (1581—1656).

Deși crearea lumii (sau a diferitelor lumi) era presupusă ca fiind un act făcut o dată pentru totdeauna, pe vremuri se credea că afirmația nu este valabilă și în cazul evoluției.

La urma urmei, este o atitudine rezonabilă. Deși nu există nici o dovadă palpabilă a Facerii lumilor, de-a lungul istoriei umane par să existe suficiente dovezi privind crearea ființelor vii fără intervenția unor ființe vii anterioare.

Șoarecii își sapă vizuinele în grămezile de grîu din magazii și hambare, căptușindu-și cuiburile cu lînă de furat. Țăranul care găsește cuiburi din care mama șoriceilor a fost nevoită să fugă, și găsește doar puii de șoarece mici și goi, orbi, ar putea să tragă concluzia cea mai naturală : el a întrerupt procesul de formare, de apariție a șoarecilor din grîul mucegăit și lîna putrezită.

Cînd se strică o bucată de carne, apar în ea viermi. S-ar putea crede că broaștele se nasc din milul rîurilor.

Dacă ideea ar fi valabilă pentru tot felul de specii de dăunători, ea ar putea fi valabilă în cazul tuturor speciilor, poate cu excepția unor ființe mai mari și mai complicate precum caii, vulturii, leii și oamenii. E nevoie de destul de mult curaj pentru a presupune că povestea din Cartea Facerii este doar o fabulă, că această „generație spontană” a ființelor vii din materia moartă nu poate explica decît primele începuturi ale vieții. Încetul cu încetul, una cîte una, s-au format speciile, mai întîi cele

simple și mai apoi cele mai complexe, ființele umane fiind evident, ultimele.

În acest caz, dacă am aplica toate aceste idei conceptului planetelor locuibile, am ajunge la concluzia că pe ele a trebui neapărat să apară viața. Toate ar adăposti viața.

Cu o condiție însă, și anume cu condiția ca doctrina generației spontanee să reziste unei examinări atente ceea ce nu s-a întâmplat.

Doctrina a primit prima lovitură în anul 1668 datorită unui medic și poet italian numit Francesco Redi (1626—1697). Redi a observat că o bucată de carne stricăta nu numai că produce muște, dar le și atrage. El s-a întrebat dacă nu există vreo legătură între primele muște și celelalte muște, și și-a pus la încercare ideile.

Metoda a fost simplă : a pus bucățele de carne în vase lăsându-le să se strice. Unele vase le-a lăsat descoperite, altele le-a acoperit cu tifon. Muștele au fost atrase de toate bucățelele de carne, dar nu s-au putut așeza decât pe cele neacoperite. Bucățile de carne stricăta pe care coboriseră muștele s-au umplut de viermi. Carnea stricăta protejată de tifon, neatinsă de piciorușele muștelor, nu a produs viermi, deși s-a stricat la fel de repede și deși mirosea la fel de tare.

Experiențele lui Redi au demonstrat foarte clar că viermii, și mai apoi muștele, se nasc din ouăle depuse de carnea stricăta de o generație anterioară de muște. Nu exista o generație spontană a muștelor, ci doar un proces normal de naștere din ouă.

În timp ce Redi își efectua demonstrația, un biolog olandez, Anton van Leeuwenhoek (1632—1723), își satisfacea pasiunea de a șlefui mici lentile perfecte (de fapt microscopae primitive, prin care putea privi lucrurile mici, mărite suficient pentru a deveni vizibile).

În 1675, el a descoperit în apa canalelor ființe vii, muștele prea mici pentru a putea fi văzute cu ochiul liber. El era primul care a observat „microorganisme” cunoscute, iar cele descoperite de van Leeuwenhoek se numesc astăzi protozoare. După cuvintele grecești care înseamnă *primele animale*. În 1680 van Leeuwenhoek a descoperit că drojdia de bere este compusă din minuscule ființe vii, mai mici chiar decât marea majoritate a protozoarelor, iar în 1683 a observat organisme și mai mici, cele pe care le numim astăzi bacterii.

De unde au apărut aceste ființe microscopice ?

Au fost inventate medii de cultură (un fel de supe concentrate) în care microorganismele se puteau înmulți. S-a dovedit însă că nu e nevoie să cauți microorganisme cu care să însămânțezi supa. Această supă putea să fie fiartă și filtrată pînă cînd nu mai rămînea în ea nici un microorganism vizibil la microscop. După o vreme însă, la o nouă examinare microscopică, în supă mișuna viața. (Mai mult, microorganismele produceau putrezirea cărnii, chiar dacă nimeni nu introducea aceste microorganisme în carne.)

Poate că generația spontanee nu se producea în cazul speciilor vizibile cu ochiul liber. În cazul microorganismelor — ființe mult mai simple decît plantele și animalele obișnuite din viața cotidiană — generația spontanee ar fi putut fi posibilă. Părea chiar un fapt stabilit.

Numai că în 1767 și-a început cercetările biologul italian Lazzaro Spallanzani (1729—1799). El nu s-a mulțumit să fiarbă supa, ci a și închis etanș sticla în care se afla aceasta. În flaconul închis cu supă fiartă nu s-a dezvoltat nici o formă microscopică de viață. Însă la puțină vreme după scoaterea dopului, în supă mișuna viața.

Sticla închisă, ferită de aer, avea o comportare similară cu cea a tifonului lui Redi, astfel încît concluziile trebuiau să semene cu concluziile lui Redi. Aerul din jurul nostru e plin de ființe microscopice, invizibile, mai greu de observat decît ouăle de muscă. Aceste forme de viață acropurtate pot cădea în orice supă expusă la aer, în care se vor înmulți. (Spallanzani a izolat o singură bacterie și i-a urmărit înmulțirea prin diviziune.) Dacă aceste fragmente de viață nu pătrund în supă, nu avem de-a face cu viața.

În 1836, biologul german Theodor Schwann (1810—1882) a mers și mai departe. El a arătat că supa rămîne sterilă chiar în contact cu aerul, cu condiția ca aerul la care este expusă să fi fost încălzit în prealabil pentru a distruge formele de viață pe care le-ar putea conține.

Partizanii doctrinei generației spontanee au afirmat că prin încălzire s-ar putea distruge un „principiu vital” esențial producerii vieții din materie neanimată. În acest caz, încălzirea supei și izolarea ei imediată nu ar duce la apariția vieții. Expunerea unei supe încălzite la un aer care fusese și el încălzit ar duce la aceleași rezultate.

În 1864 însă, chimistul francez Louis Pasteur (1822—1895) a dat lovitura. El a fiert o supă de carne

pînă la sterilizare, într-un flacon cu un gît lung și subțire care făcea două coturi, cam ca un S orizontal. Flaconul nu era deci nici sigilat și nu avea nici dop. Supa era expusă la aerul rece. Aerul rece putea intra cu ușurință în vas, și deci și în supă. Dacă ar fi transportat vreun principiu vital, cu atît mai bine. Ce nu putea intra în vas însă era praful și, în general, particulele microscopice. Acestea rămîneau în partea de jos a curbei reprezentate de gîtul sticlei. Drept care, în supă nu au apărut microorganisme și nici un fel de alte semne de viață. Atunci cînd Pasteur a spart însă gîtul de lebădă al flaconului, permițînd prafului și particulelor să ajungă în supă, purtate de aer, microorganismele și-au făcut imediat apariția.

Cu această ocazie, noțiunea de „generație spontanee” părea să fi murit, o dată pentru totdeauna.

Originea vieții ?

Odată ce a fost stabilit clar faptul că generația spontanee *nu* există și că orice formă de viață (dintre cele care puteau fi observate de oameni) provine dintr-o formă de viață anterioară, a devenit foarte greu de stabilit modul în care a apărut viața pe Pămînt — sau pe oricare altă planetă.

Se petrecea o schimbare foarte asemănătoare cu cea petrecută în domeniul teoriilor privind originea sistemelor planetare. Cîtă vreme era îmbrățișată o teorie evoluționistă precum ipoteza nebuloasei avansată de Laplace, era ușor de crezut că sistemele planetare sînt foarte răspîndite, că fiecare stea este însoțită de un sistem planetar. Într-un fel, ipoteza nebuloasei propovăduia generația spontanee a planetelor.

O teorie catastrofică a formării planetelor făcea apel însă la un eveniment atît de rar, încît planetele trebuiau să fie considerate extrem de rare, drept care oamenii au început să fie tentați să creadă că sistemul nostru planetar nu are nici un fel de copie.

La fel, eșecul teoriei generației spontanee și noua idee a vieții care provine *doar* dintr-o formă de viață anterioară, care, la rîndul ei, provine *doar* dintr-o formă de viață anterioară, și așa mai departe, într-un lanț infinit, i-a făcut pe oameni să creadă că formele originare ale vieții nu ar fi putut apărea decît în urma unui eveniment miraculos. În acest caz, chiar dacă ar exista tot

atâtea planete locuibile cîte stele sînt, Pămîntul ar putea fi singura planetă purtătoare de viață.

Chiar în timp ce Pasteur submina temeliile teoriei generației spontanee, situația începea să se simplifice. În anul 1859, biologul englez Charles Robert Darwin (1809—1882) a publicat o carte al cărei titlu prescurtat este *Originea speciilor*.

El a prezentat în această carte dovezi exhaustive în favoarea unei teorii evoluționiste conform căreia diferitele specii de ființe vii nu sînt separate și distincte de la bun început. În schimb, sub presiunea creșterii populaționale și a selecției naturale, toate ființele vii se modifică treptat; specii noi, probabil mai bine adaptate, se dezvoltă din cele vechi. Astfel, mai multe specii diferite pot avea un strămoș comun și, dacă ne întoarcem destul de mult în trecut, putem afirma că întreaga viață terestră s-a dezvoltat dintr-o singură formă ancestrală, foarte primitivă, de viață.

Teoria a întâmpinat o opoziție intensă, dar, cu timpul, biologii au acceptat-o.

Sensul ei era că nu mai e nevoie să explici crearea separată a fiecăreia dintre milioanele de specii de ființe vii cunoscute. În schimb, devenea suficientă explicarea creării oricărei forme de viață, oricît de simplă ar fi fost aceasta. Ființa vie originară, simplă, produsă prin generație spontană, ar fi putut da naștere, prin intermediul proceselor evolutive, tuturor celorlalte forme de viață, oricît de complexe ar fi — și chiar ființelor umane.

Evident, dacă generația spontană este într-adevăr imposibilă, apariția unei forme de viață este la fel de miraculoasă ca și apariția unui milion de forme de viață.

Pe de altă parte, biologii demonstraseră că nici o formă cunoscută de viață nu poate fi generată spontan în scurtele perioade de timp disponibile în laboratoare. Să presupunem că am avea de-a face cu o formă de viață foarte simplă, mult mai simplă decît cele pe care le cunoaștem, și să presupunem că am avea la dispoziție foarte mult timp și o întreagă planetă; ar apărea în cele din urmă acea formă foarte simplă de viață?

Cheia problemei se găsește în expresia *foarte mult timp*. Caracterul aleatoriu al proceselor evolutive are nevoie de foarte mult timp (chiar evoluționiștii recunosc acest lucru) și problema constă în a avea suficient timp

pentru apariția formei de viață simple și pentru dezvoltarea ulterioară a nenumăratelor forme de viață complexe.

Pe vremea lui Darwin savanții renunțaseră la ideea unei planete cu o vîrstă de cel mult 6 000 de ani și se refereau la vîrste terestre de domeniul milioanelor de ani, și acestea aparent insuficiente pentru a permite evoluția.

În jurul anului 1890 a fost descoperită însă radioactivitatea și s-a aflat că uraniul se transformă în plumb cu o încetineală aproape halucinantă. Dintr-o cantitate dată de uraniu, jumătate se transformă în plumb doar după 4 500 000 000 ani. În 1905, chimistul american Bertram Borden Boltwood (1890—1927) a afirmat că studiul dezintegrării radioactive din roci ne poate oferi indicii în legătură cu timpul scurs de la solidificarea acelor roci.

Modificările radioactivității au fost folosite pentru a stabili vîrsta diferitelor părți ale Pămîntului, vîrsta meteoitilor și, de curînd, a rocilor lunare; și s-a ajuns la concluzia că Pămîntul, ca întreg sistemul solar de altfel, are o vîrstă de 4 600 000 000 ani.

Această vîrstă uriașă începuse să fie bănuită încă din primele decenii ale secolului al XX-lea și se părea că ea reprezenta o perioadă de timp suficient de lungă pentru a permite desfășurarea evoluției, cu condiția ca viața să apară spontan.

Dar poate oare avea loc acest început spontan ?

Din nefericire, atunci cînd a fost înțeleasă în fine vîrsta extrem de înaintată a Pămîntului, a început să fie înțeleasă și complexitatea uluitoare a vieții, astfel că șansele generației spontanee s-au redus vizibil.

În secolul al XX-lea chimiștii au descoperit că proteinele, moleculele caracteristice vieții, sînt compuse din lanțuri lungi de componenți mai simpli, numiți aminoacizi. Ei au aflat că fiecare dintre miile de atomi diferiți (în anumite cazuri, milioane de atomi) ai proteinelor trebuie să ocupe o anumită poziție pentru a-și îndeplini funcțiunile. Ceva mai tîrziu, au descoperit că alte molecule fundamentale, cele ale acizilor nucleici, sînt și mai complicate decît moleculele proteinelor. Mai mult, diferiți acizi nucleici și diferite proteine, împreună cu tot felul de alte molecule mai mici, sînt legate prin lanțuri complicate de reacții chimice.

Viața, chiar și viața aparent simplă a bacteriilor, se dovedea a fi infinit mai complicată decît se credea pe

vremea certurilor pe tema generației spontanee. Pînă și cele mai simple forme de viață imaginabile erau formate din proteine și acizi nucleici, și cum oare s-au format acestea din materie moartă ? Originea vieții pe Pămînt părea, în pofida evoluției, din ce în ce mai mult un eveniment aproape miraculos.

Unii savanți au renunțat la această problemă, ba chiar nici n-au mai vrut să audă de ea. Chimistul suedez Svante August Arrhenius (1859—1927) a publicat în 1908 cartea *Lumi în formare*, în care se ocupa de problema originii vieții. În cartea sa, Arrhenius susținea universalitatea vieții și afirma că aceasta este un fenomen obișnuit în Univers.

În continuare, susținea chiar că viața ar putea fi contagioasă. Atunci cînd ființele terestre simple produc spori, vîntul îi poartă prin aer pînă într-un alt loc, unde viața va înmuguri din nou în ei. Unii pot fi purtați de forța oarbă a vîntului pînă la mari altitudini și chiar, credea Arrhenius, pînă în spațiul cosmic. Ajunși în spațiu, ei ar putea pluti în derivă prin vid timp de milioane de ani, propulsați de radiația solară, protejați de o carapace dură și rezistentă în interiorul căreia ar rezista cu încăpăținare scînteia vieții. În cele din urmă, un spor ar găsi o planetă adecvată, lipsită de viață pînă în acel moment, și de la el ar începe viața pe acea planetă.

De fapt, Arrhenius lansa o ipoteză privind originea vieții pe Pămînt. Pămîntul fusese însămîntat cu viață de sporii din spațiu, veniți din cine știe ce altă lume, care va rămîne neidentificată o veșnicie.

Putem aduce mai multe argumente împotriva acestei idei. Am putea calcula cîți spori ar trebui să plece dintr-o lume pentru ca măcar unul să aibă șansa să ajungă într-o altă lume — în tot timpul existenței Universului : ajungem la un număr de o mărime care depășește orice imaginație.

De asemenea, e foarte puțin probabil ca sporii să supraviețuiască unei călătorii prin spațiul cosmic. Sporii bacterieni rezistă foarte bine la frig, chiar la temperaturi extrem de scăzute, și poate că ar rezista și în vid. Pare însă greu de crezut că sporii, chiar și cei mai rezistenți, ar putea supraviețui destulă vreme pentru a ajunge în derivă de la un sistem planetar la altul. Să facem însă o concesie și să presupunem că unii ar rezista. Știm însă

că sporii sînt foarte sensibili la radiația ultravioletă, ca și la alte radiații penetrante.

Pe Pămînt, unde atmosfera formează o pătură filtrantă a radiațiilor penetrante provenite de la Soare, ei nu sînt supuși la astfel de radiații ; să nu uităm că Arrhenius nu știa, pe vremea lui, cît de plin este Universul de radiații. În orice punct al ecosferei unei stele, radiația acestuia ar fi suficientă pentru a ucide sporii călători, inițial adaptați unei vieți în interiorul unei atmosfere protectoare. Particulele din radiația cosmică i-ar ucide chiar și în cele mai îndepărtate adîncuri ale spațiului.

Arrhenius credea că presiunea radiației va propulsa sporii prin spațiu. Știm acum că vîntul solar ar putea juca acest rol. În orice caz, fenomenul care îndepărtează sporii de o stea și îi îndreaptă spre altele i-ar respinge la apropierea de o nouă stea și le-ar împiedica debarcarea pe o planetă situată în interiorul ecosferei acesteia.

În concluzie, ideea înșămînțării Pămîntului cu spori proveniți din alte lumi pare să fie cît se poate de îndoielnică.

Și apoi, la ce ne-ar folosi o explicație a originii vieții pe Pămînt care face apel la existența vieții pe alte planete ? Ar trebui să ne apucăm să explicăm mai întîi originea vieții pe celelalte planete. Și dacă viața ar fi putut apărea pe o altă planetă într-un mod natural și nemiraculos, atunci ar fi putut apărea în același mod și pe Pămînt.

Dar cum ? Pînă prin 1920 biologii nu descoperiseră încă nici un mecanism natural.

Pămîntul primordial

Am mai putea aduce o obiecție teoriei privind generația spontană a vieții pe Pămînt și anume : dacă viața s-ar fi format din neviață, cîndva în trecutul îndepărtat, fenomenul ar fi trebuit să se repete periodic mai tîrziu, chiar și în ziua de azi. Întrucît nu observăm niciodată în prezent fenomene de apariție a vieții, nu ar trebui oare să tragem concluzia că fenomenul nu s-a produs nici în trecutul îndepărtat ?

Argumentația este total neconvingătoare. Putem fi siguri că Pămîntul primordial din epoca anterioară existenței vieții era cu totul deosebit de cel actual. Evident,

dacă e așa, nu putem folosi argumente legate de evenimentele actuale atunci cînd vorbim despre evenimentele trecute. Ce este imposibil acum, și, în consecință, nu are loc, putea fi perfect posibil atunci, și să fi avut loc.

Prima diferență evidentă dintre Pămîntul modern și Pămîntul primordial constă în faptul că pe Pămîntul modern există viață, iar pe Pămîntul primordial nu exista. Orice substanță chimică care ar apărea spontan pe Pămîntul de azi și care ar reuși să se apropie de nivelul de complexitate la care ar putea fi considerată protoviață ar reprezenta, fără îndoială, o hrană agreabilă pentru vreun animal și ar fi înghițită pe nemestecate. Pe Pămîntul primordial, lipsit de viață, o asemenea substanță ar fi avut șanse de supraviețuire (nu ar fi fost mîncată) și de creștere pînă la o complexitate corespunzătoare vieții.

Pe lîngă aceasta, Pămîntul primordial trebuie să fi avut o atmosferă diferită de cea actuală.

Ideea a fost sugerată în anii '20 de către biologul englez John Burdon Sanderson Haldane (1892—1964). El a remarcat originea vegetală a cărbunelui și faptul că plantele extrag carbonul din bioxidul de carbon aflat în atmosferă. Deci, înainte de apariția vieții, întreaga cantitate de carbon aflată azi în cărbune se găsea în aer sub formă de bioxid de carbon. Mai mult, oxigenul din aer este produs de reacții chimice mediate de plantele care absorb bioxidul de carbon și fixează atomii de carbon în componentele țesuturilor lor.

Prin urmare, atmosfera primordială a Pămîntului era compusă nu din azot și oxigen, ci din azot și bioxid de carbon. (Afirmația aceasta sună mai convingător acum decît pe vremea lui Haldane, întrucît în prezent știm că atmosferele planetelor Venus și Marte sînt compuse mai cu seamă din bioxid de carbon.)

Haldane și-a continuat raționamentul susținînd că, în absența oxigenului din aer, nu ar exista nici ozon (o formă de oxigen foarte bogată în energie) în straturile superioare ale atmosferei. Tocmai ozonul este cel care blochează radiația ultravioletă a Soarelui. În consecință, pe Pămîntul primordial radiația solară este mult mai intensă decît acum.

Deci, în condițiile primordiale, energia radiației ultraviolete ajuta la combinarea moleculelor de azot, bioxid de carbon și apă în compuși din ce în ce mai complecși,

care aveau să capete în cele din urmă atributele vieții. Ar fi urmat evoluția, și iată-ne !

Ce era posibil pe Pământul primordial, avînd la dispoziție ultraviolete, mult bioxid de carbon, în absența oxigenului care să distrugă compușii complecși și fără ființele vii care să-i mănînce, nu este posibil pe Pământul de astăzi, sărac în ultraviolete și bioxid de carbon, dar foarte bogat în oxigen și viață. Deci nu putem folosi absența în momentul de față a generației spontanee ca argument împotriva prezenței ei pe Pământul primordial.

Ideea a fost îmbrățișată de biologul sovietic Alexandru Ivanovici Oparin. Cartea sa, intitulată *Originea vieții*, publicată după 1920, dar tradusă în limba engleză abia în 1937, a fost prima carte dedicată în întregime acestui subiect. Opiniile sale se deosebeau de cele exprimate de Haldane, întrucît Oparin afirma că atmosfera primordială era intens hidrogenată, conținînd atît hidrogen liber, cît și combinat cu carbonul (metan), azotul (amoniac) și oxigenul (apă).

Atmosfera imaginată de Oparin pare plauzibilă în lumina cunoștințelor noastre actuale privind compoziția Universului, în general, și a Soarelui și planetelor exterioare, în special. Unii savanți susțin astăzi că viața a început într-o atmosferă de tip Oparin, compusă din amoniac, metan și vapori de apă (Atmosfera I). Acțiunea radiației ultraviolete a Soarelui a pus în libertate oxigenul din moleculele de apă, oxigen care a reacționat cu amoniacul și metanul pentru a produce o atmosferă de tip Haldane, compusă din azot, bioxid de carbon și vapori de apă (Atmosfera II). În cele din urmă, acțiunea fotosintetică a plantelor verzi a produs atmosfera actuală, compusă din azot, oxigen și vapori de apă (Atmosfera III).

Bineînțeles că discuțiile pe tema generației spontanee a vieții pe Pământul primordial, discuții purtate în anii '20 și '30, erau pure speculații. Nu se cunoșteau nici un fel de date concrete.

Încă dacă Haldane și Oparin (atei amîndoi) puteau despărți liniștiți viața de Dumnezeu, alți gînditori considerau aceasta drept o jignire aproape personală și făceau tot posibilul pentru a demonstra că originea vieții nu poate fi despărțită de miraculos pentru a fi considerată rezultatul unor ciocniri întîmplătoare ale atomilor.

Biofizicianul francez Pierre Lecomte du Noüy s-a ocupat de această problemă în cartea sa *Destinul uman*,

publicată în 1947. Pe vremea aceea, structura complexă a moleculei proteice era cunoscută, iar Lecomte du Noüy a încercat să demonstreze că aranjamentele pur întâmplătoare ale atomilor de carbon, hidrogen, oxigen, azot și sulf nu au nici o șansă de a duce la formarea măcar a unei singure molecule proteice, a cărei posibilitate de a avea vre-o legătură cu viața este atât de redusă, încît întreaga existență a Universului ar fi insuficientă pentru producerea acestei întâmplări. Hazardul, spunea el, nu poate explica viața.

Pentru a exemplifica argumentele sale, să ne închipuim un lanț proteic compus dintr-o sută de aminoacizi, fiecare dintre aceștia putînd aparține uneia din cele 20 de varietăți cunoscute. Numărul total de lanțuri proteice diferite care s-ar putea forma este de 10^{130} , adică 1 urmat de 130 de zerouri.

Să ne închipuim acum că formarea unui astfel de lanț proteic durează doar o milionime de secundă și că un milion de savanți construiesc la întâmplare astfel de lanțuri diferite, cîte unul la fiecare milionime de secundă, de cînd s-a format Universul; șansa de a ajunge vreodată la un lanț proteic care să aibă o legătură cu viața este, în aceste condiții, de $1/10^{95}$, adică o șansă atât de mică, infimizezimală chiar, încît nici nu merită să fie luată în seamă.

Mai mult, pe Pămîntul primordial procesul nu ar începe de la aminoacizi, ci de la compuși mai simpli, precum metanul și amoniacul, și, pentru a porni viața, e nevoie de un produs mult mai complicat decît un simplu lanț proteic de 100 de aminoacizi. Șansele de reușită, pe o singură planetă, în doar cîteva miliarde de ani, sînt, în consecință, egale cu zero.

Argumentele lui Lecomte du Noüy păreau foarte solide și au convins pe mulți; unii mai sînt convinși și în ziua de azi.

Totuși el greșea.

Eroarea cuprinsă în argumentația lui Lecomte du Noüy constă în presupunerea exclusivității hazardului ca factor de orientare și în convingerea că atomii se pot uni oricum. De fapt, atomii se combină respectînd legi foarte bine cunoscute ale fizicii și chimiei, astfel încît formarea compușilor complecși pornind de la substanțe simple suferă restricții extrem de severe, care limitează net numărul de moduri în care poate fi realizată combinația.

Mai mult, atunci cînd avem de-a face cu molecule foarte complexe, precum proteinele și acizii nucleici, nu putem spune că o moleculă anume este asociată sau nu cu viața. E vorba de nenumărate molecule diferite, toate aflate într-o strînsă legătură.

Cu alte cuvinte, nu ne biziim exclusiv pe hazard, ci pe un hazard condus de legile naturii, ceea ce ar trebui să fie suficient.

Am putea oare verifica ipotezele în condiții de laborator? Chimistul american Harold Clayton Urey a încurajat un student să efectueze în 1952 experiențele necesare; studentul era Stanley Lloyd Miller (n. 1930).

Miller a încercat să reproducă, pornind de la Atmosfera I de tip Oparin, condițiile existenței pe Pămîntul primordial. El a pornit de la un amestec, steril și izolat, de apă, amoniac, metan și hidrogen, care reprezenta o variantă simplă și la scară redusă a atmosferei și oceanului de pe Pămîntul primordial. Descărcările electrice folosite ca sursă de energie constituiau o minusculă imitație a Soarelui.

Amestecul menționat a fost supus fulgerelor artificiale timp de o săptămînă și apoi analizat. Incolor la început, amestecul căpătase culoarea roz încă din prima zi, iar la sfîrșitul săptămînii 1/6 din cantitatea de metan cu care Miller începuse experimentul se transformase în molecule cu mult mai complexe. Printre ele, glicocolul și alanina, doi dintre cei mai simpli aminoacizi prezenți în proteine.

În anii care au urmat acestui experiment crucial a mai fost efectuate și alte experiențe similare, folosindu-se însă alte substanțe inițiale și alte surse de energie. Întotdeauna s-au obținut molecule complicate, uneori identice cu cele din țesuturile vii, alteleori doar înrudite cu materiile vii. Un număr uimitor de molecule „cheie” din materii vii s-au format astfel „spontan”, deși calculele lui Le Compte du Noüy nu le-ar fi oferit nici o șansă de apariție.

Dacă putem face asta în perioade de timp foarte scurte și în volume mici, ce nu s-ar fi putut întîmpla într-un întreg ocean și timp de mai multe milioane de ani?

Toți specialiștii au fost impresionați de faptul că toate schimbările produse în laborator de ciocnirile întîmplătoare ale moleculelor și de absorbția întîmplătoare de energie (conduse întotdeauna de legile cunoscute ale naturii), se îndreptau întotdeauna în direcția vieții pe care o cunoaștem în ziua de azi. Se părea că nu se produc me

dificări importante orientate în cu totul altă direcție chimică.

Toate acestea ne fac să credem că viața este un produs inevitabil al unor reacții chimice foarte probabile și că viața trebuia să apară pe Pământul primordial.

Meteoriți

Nu putem fi siguri că experiențele savanților reproduc exact condițiile primordiale. Ar fi mult mai impresionant studiul materiei primordiale ca atare, presupunând că am putea găsi în ea compuși formați de procese care nu aparțin vieții, compuși aflați, am putea spune, pe drumul către viață.

Singura materie primordială pe care o putem studia aici, pe Pământ, se găsește pe meteoriții care lovesc din când în când suprafața planetei noastre. Studiul dezintegrărilor radioactive petrecute în meteoriți le atribuie o vîrstă de peste patru miliarde de ani ; în consecință, ei sînt contemporani cu frageda pruncie a sistemului solar.

Au fost studiați pînă acum 1 700 de meteoriți, 35 dintre ei cîntărind peste o tonă fiecare. Aproape toți sînt compuși din nichel, fier și rocă și nu conțin nici unul dintre elementele chimice caracteristice vieții. Din acest motiv, ei nu ne pot oferi informații utile privind originea vieții.

Există însă și altfel de meteoriți, mai rari, de culoare neagră și foarte sfărîmicioși — „chondritele carbonice“. Acestea conțin mici cantități de apă, compuși ai carbonului etc. Din păcate, ele sînt cu mult mai fragile decît ceilalți meteoriți și, cu toate că ar putea fi foarte răspîndite în spațiul cosmic, puține dintre ele supraviețuiesc traversării atmosferei și ciocnirii cu Pământul. Pînă în prezent au fost descoperite doar vreo 20 de astfel de corpuri meteorice.

Pentru a ne fi utile, chondritele carbonice trebuie studiate imediat după ce au căzut. Contactul prelungit cu solul terestru le va contamina cu forme de viață terestră sau cu produse ale acestora.

Doi astfel de meteoriți au putut fi, din fericire, urmăriți în timpul căderii și examinați aproape imediat. Unul dintre ei a căzut în 1950, în apropiere de localitatea Murray, Kentucky, iar celălalt a explodat în anul 1969 deasupra localității Murchison din Australia.

Pînă în 1971 au fost extrase mici cantități de aminoacizi, nu mai puțin de 18 aminoacizi diferiți, din fragmentele căzute la Murchison. Șase dintre aminoacizi fac parte dintre componenții uzuali ai proteinelor Țesuturilor vii; ceilalți 12 erau înrudiți chimic cu primii șase, fără însă a fi dintre cei prezenți constant în materia vie. Rezultate similare au fost obținute și în cazul meteoritului Murray. Coincidența concluziilor rezultînd din examinarea celor doi meteoriți căzuți în locuri diferite (situat la foarte mare distanță) la 19 ani unul de celălalt este, fără îndoială, impresionantă.

Spre sfîrșitul lui 1973 au fost puși în evidență și acizii grași în fragmentele meteoritice menționate. Aceștia se deosebesc de aminoacizi, avînd lanțuri mai lungi de atomi de carbon și hidrogen și fiind lipsiți de atomi de azot. Ei sînt „cărămizile” grăsimii din Țesuturile vii. Au fost identificați nu mai puțin de 17 acizi grași diferiți.

Cum se face că asemenea molecule organice se găsesc în meteoriți? Provin oare meteoriții din explozia unei planete?¹ Să fie oare chondritele carbonice fragmentele scoarței unei planete pe care exista cîndva viață și care poartă azi urmele acelei vieți?

La prima vedere e puțin probabil să fie așa. Există metode care ne permit să stabilim posibilitatea ca diverși compuși descoperiți în meteoriți să provină din ființe vii.

Există două varietăți de aminoacizi (cu excepția celui mai simplu, glicocolul), una fiind imaginea răsfrîntă în oglindă a celeilalte. Ele sînt numite L și D. Cele două varietăți au proprietăți chimice identice, așa că, atunci cînd chimiștii prepară aminoacizi pornind (mai mult sau mai puțin) de la atomii care îi compun, se obțin cantități egale de L și de D.

Dacă însă folosim aminoacizi pentru a construi proteine, produsul final este stabil numai dacă folosim singură varietate, fie L, fie D, exclusiv. Viața s-a dezvoltat pe Pămînt folosind numai forma L (ceea ce nu înseamnă nimic, fiind probabil pură întîmplare), astfel că aminoacizii D sînt foarte rari în natură.

Dacă aminoacizii din meteoriți ar fi cu toții ori L, ori D am putea bănuî că ei au fost produși în cursul unor procese vitale asemănătoare cu cele pe care le cunoaștem

¹ Aceasta este o veche și dramatică teorie, care nu mai este acceptată în prezent.

De fapt, însă, formele L și D sînt prezente în cantități egale în chondritele carbonice, ceea ce înseamnă că aminoacizii din ele provin din procese diferite de viața pe care o cunoaștem.

Tot așa, acizii grași formați în țesuturi vii apar prin adăugarea succesivă a unor compuși cu cîte doi atomi de carbon. Ca rezultat, aproape toți acizii grași din țesuturile vii au un număr pereche de atomi de carbon. Acizii grași în care atomii de carbon sînt în număr nepereche nu sînt caracteristici vieții noastre, dar pot fi produși în reacțiile chimice care nu implică viața, la fel de bine ca varietatea cu numere pereche de atomi de carbon. În meteoritul Murchison însă s-au găsit cantități aproximativ egale de acizi grași pari și impari.

Compușii găsiți în chondritele carbonice nu reprezintă viața ; ei s-au format în *direcția* vieții de tip terestru ; avançații de pe Pămînt nu au contribuit cu nimic la formarea lor. În general, putem afirma că studiile efectuate asupra meteoritilor tind să confirme experiențele de laborator și să demonstreze o dată în plus că viața este un fenomen natural, normal, și poate chiar inevitabil. Atomii au tendința de a se uni formînd compuși orientați spre viața pe care o cunoaștem, ori de cîte ori există vreo șansă, oricît de mică.

Nori de praf

Putem vedea stelele situate în afara sistemului solar, dar le-am refuzat rolul de pepiniere ale vieții. Poate însă că vom descoperi astfel de pepiniere dacă examinăm suprafețele reci ale planetelor care se rotesc în jurul acestor stele.

Nu facem asta, dar *există* materie rece în spațiul cosmic pe care o examinăm ; materie aflată sub formă de gaze rarefiate și praf, care umplu spațiul interstelar.

Materia interstelară a fost descoperită la începutul acestui secol datorită faptului că anumite lungimi de undă ale luminii stelelor foarte îndepărtate sînt absorbite de atomii aflați în derivă în imensitatea spațiului. Prin 1930 se știa că mediul interstelar conține o mare varietate de atomi, probabil fiecare tip de atom produs în interiorul stelelor și lansat în spațiu cu ocazia exploziilor de supernove.

Densitatea materiei interstelare este atât de scăzută încât părea normală presupunerea privind compoziția ei aproape integral din atomi izolați și nimic altceva. La urmăriei, pentru ca doi atomi să se combine formînd o moleculă, ei trebuie mai întîi să se ciocnească, iar diverși atomi sînt atât de împrăștiați în spațiul interstelar, încît mișcările lor întîmplătoare nu ar duce la ciocniri decît după perioade de timp mult prea lungi.

Totuși, în 1937 s-a observat că unele stele a căror lumină trece prin nori întunecați de gaze și praf și-au pierdut anumite lungimi de undă caracteristice absorbție provocate de combinația carbon-hidrogen (CH) sau de combinația carbon-azot (CN). Erau găsite pentru prima oară molecule interstelare.

Sigur că OH și CN sînt combinații care pot să se formeze și să reziste numai în condiții de densitate foarte scăzută. Asemenea combinații de atomi sînt foarte active și s-ar combina imediat cu alți atomi, dacă ar fi disponibili alți atomi. Datorită faptului că astfel de alți atomi se găsesc la discreție pe Pămînt, combinațiile CH și CN nu există în stare liberă pe planeta noastră.

Au mai fost observate și alte combinații chimice în norii de praf interstelar, prin intermediul liniilor întunecate din spectrul vizibil.

După cel de-al doilea război mondial a crescut sistematic importanța radioastronomiei. Atomii interstelari pot emite sau absorbi unde radio cu lungimi caracteristice — proces care necesită mult mai puțină energie decît emisiile sau absorbția luminii vizibile, fiind, prin urmare, mult mai frecvent. Emisia sau absorbția undelor radio poate fi detectată cu ușurință cu ajutorul radiotelescoapelor afectate acestei operațiuni, putînd astfel să fie identificați compuşii chimici răspunzători.

În 1951 a fost pusă în evidență emisia radio caracteristică atomilor de hidrogen ; prezența hidrogenului interstelar a fost astfel nu dedusă, ci observată direct pentru prima oară.

Se ştia că, pe lângă hidrogen, heliul și oxigenul sînt cei mai răspîndiți atomi din Univers. Atomii de heliu nu se combină cu alți atomi, spre deosebire de atomii de oxigen. Nu ar trebui oare să existe în spațiu combinații oxigen-hidrogen ? (combinații numite OH sau hidroxil). Ele ar trebui să emită unde radio cu patru lungimi de unde

diferite, dintre care două au fost detectate pentru prima oară în 1968.

Pînă la începutul anului 1968 fuseseră detectate în spațiu doar trei combinații diferite de atomi : CH, CN și OH. Fiecare dintre acestea era o combinație între doi atomi care părea să fi apărut în urma ciocnirilor întîmplătoare dintre diferiți atomi.

Nimeni nu se aștepta să găsească suficiente cantități dintr-o combinație, mai puțin probabilă, de trei atomi, dar în 1968 au fost detectate în norii interstelari undele de radio caracteristice apei și amoniacului. Apa are o moleculă compusă din trei atomi, doi de hidrogen și unul de oxigen (H_2O), iar amoniacul are o moleculă compusă din patru atomi, unul de azot și trei de hidrogen (NH_3).

Era de-a dreptul uluitor, anul 1968 era anul nașterii unei științe noi, pe care astăzi o numim astrochimie.

Imediat după depistarea unor compuși cu mai mult de doi atomi, lista s-a lungit considerabil. În 1969 a fost descoperită o combinație de patru atomi, care cuprindea și un atom de carbon, aldehida formică ($HCHO$). Prima combinație de cinci atomi a fost descoperită în anul 1970, cianoacetilena ($HCCCN$). În același an a apărut și prima combinație de șase atomi, alcoolul metilic (CH_3OH). În 1971 a fost descoperită prima combinație de șapte atomi, metilacetilena (CH_3CCH).

Și tot așa. Au fost descoperite zeci de molecule diferite în spațiul interstelar. Nu cunoaștem încă cu precizie mecanismul exact de formare al acestor combinații de atomi, dar ele există.

Pînă și în spațiul cosmic orientarea formării combinațiilor pare să fie o orientare îndreptată spre viață.¹ E interesant de remarcat că atît în meteoriți, cît și în norii interstelari se formează lanțuri de carbon și că nu găsim nici urmă de molecule complexe care să nu includă carbonul. Aceasta ar părea să fie o dovadă în favoarea presupunerii că viața (așa cum o cunoaștem) include întotdeauna compuși ai carbonului.

¹ Astronomul englez Fred Hoyle (n. 1915) a fost atît de impresionat de aceste date, încît a susținut că în interiorul cometelor (care au o compoziție asemănătoare cu cea a norilor interstelari) se formează compuși destul de complecși pentru a avea proprietățile vieții, un fel de viruși, și că deci tocmai cometele ar putea fi cauza pandemilor terestre, întrucît ele lansează noi viruși în atmosferă. E o sugestie interesantă, dar greu de luat în serios.

Toate aceste dovezi — cele din laborator, cele din meteoriți, cele din norii interstelari — par să sugereze corectitudinea ipotezelor lansate de Haldane și Oparin. Viața a apărut *spontan* pe Pământul primordial, cu ușurință, se pare, și reacțiile chimice orientate spre viață erau inevitabile.

Deducem de aici că viața poate apărea, mai devreme sau mai târziu, pe orice planetă locuibilă.

Cînd a început viața

Dar cît de mai devreme sau cît de mai târziu este „mai devreme sau mai târziu“ ? Cînd a apărut viața pe Pământ ?

Tot ce știm despre vechile forme de viață de pe Pământ se bazează aproape în întregime pe studiul fosilelor — rămășițe de cochilii, oase, dinți, lemn, solzi, chiar materii fecale — care au rezistat ravagiilor timpului suficient pentru a ne spune ceva despre structura, aspectul și poate chiar comportarea organismelor cărora le-au aparținut cîndva.

Vîrsta fosilelor poate fi apreciată în diverse moduri, iar cele mai vechi pe care le cunoaștem provin din perioada cambriană (numită astfel fiindcă rocile din acea perioadă au fost studiate pentru prima oară în Țara Galilor, care pe vremea romanilor se numea Cambria).

Cele mai vechi fosile din Cambrian au o vîrstă de peste 600 000 000 de ani, ceea ce i-a făcut pe mulți să creadă că aceasta ar fi vechimea vieții pe Pământ. Știind însă că Pământul are o vîrstă de 4 600 000 000 de ani, am putea crede că el a fost lipsit de viață timp de nu mai puțin de 4 miliarde de ani. De ce atîta vreme ? Și dacă tot a stat fără viață atîta vreme, de ce a apărut dintr-o dată viața ? De ce nu este Pământul lipsit de viață în continuare ?

La vremea formării fosilelor din Cambrian viața era abundentă, complexă și variată. Fără îndoială, toate formele de viață din acea perioadă erau vietuitoare marine ; nu există fosile ale unor ființe care să fi trăit în apă dulce sau pe uscat. Toate sînt nevertebrate. Cele mai timpurii cordate (grup căruia îi aparținem și noi) aveau să apară abia peste încă 100 000 000 de ani.

În orice caz, formele de viață existente păreau destul de avansate. Găsim în perioada cambriană mii de specii de trilobiți, artropode complexe foarte asemănătoare cu unii crabi din ziua de azi. Ar fi imposibil să credem că

ei au apărut dintr-o dată și s-au împărțit în multe specii. Înainte de Cambrian trebuie să fi existat nenumărate forme de viață mai simple și mai vechi. Dar, dacă au existat, de ce nu au lăsat urme ?

Cel mai plauzibil răspuns ar fi că formele simple de viață nu fosilizează prea ușor. Ele nu au părți precum cochiliile și oasele care să se păstreze cu ușurință. Totuși, în pofida acestui fapt, *au fost găsite urme de viață mai primitivă.*

Ștudiind roci foarte vechi, botanistul american Elso Sterreberg Barghoorn (n. 1915) a găsit în 1960 urme foarte vagi de carbon, pe care le-a considerat resturi ale unor ființe microscopice.

Astfel de dovezi vagi ale existenței unor forme de viață microscopice au o vechime maximă demonstrabilă de 3 200 000 000 de ani, fiind poate cu câteva sute de milioane de ani mai vechi.

Putem trage concluzia că existau forme de viață atunci când Pământul avea o vîrstă de doar un miliard de ani.

Judecînd intuitiv, totul pare rezonabil. Ne putem foarte ușor imagina că în prima jumătate de miliard de ani a istoriei Pământului planeta era destul de agitată. Scoarța trebuie să fi fost activă și vulcanică, oceanul și atmosfera se găseau în plin proces de formare, în timp ce planeta pierdea lent cîte ceva din căldura condensării inițiale și în timp ce componentele sale se despărțeau. Următoarea jumătate de miliard de ani a fost probabil dedicată unei lente evoluții chimice — formarea de substanțe din 'ce în ce mai complicate, sub razele luminii ultraviolete a Soarelui. În fine, la un miliard de ani de la formarea Pământului, au început să apară minuscule fragmente de viață.

Soarele va rămîne în cadrul secvenței principale timp de 12 miliarde de ani, durată medie pentru stele precum Soarele. Asta înseamnă că Pământul (și, în general, majoritatea planetelor locuibile) va rezista timp de 12 miliarde de ani ca lăcaș al vieții. Dacă viața a apărut pe Pământ după un miliard de ani, asta înseamnă că fenomenul s-a petrecut doar după scurgerea a 8% din totalul duratei de viață a planetei.

Putem presupune (în conformitate cu principiul mediocrității) că, pe planetele locuibile, viața apare după scurgerea a cel mult 8% din viața locuibilă totală a planetei.

Să presupunem că aici, la periferia Galaxiei, stelele

se formează într-un ritm constant odată ce s-a terminat iureşul formării de stele din copilăria Galaxiei.

Nu este o simplă presupunere. Avem dovezi privind naşterea stelelor în urmă cu nu prea multă vreme, mai cu seamă a stelelor din clasele spectrale O şi B, care trebuie să se fi format în urmă cu cel mult un miliard de ani, nu de alta, dar altfel ar fi părăsit de mult secvenţa principală. Şi dacă s-au format stele în ultimul miliard de ani, asta înseamnă că ele se formează dintotdeauna şi probabil că unele sînt chiar acum în plină formare. Asta trebuie să se întîmple măcar în acele regiuni galactice în care norii de praf şi gaze (materia primă a stelelor) sînt din belşug ; or aceste regiuni se găsesc tocmai la periferia galaxiilor care, după cum am stabilit, sînt singurele locuri unde poate exista viaţa.

Nu e neapărat nevoie să ne bazuim exclusiv pe deducţii raţionale pentru a ajunge la concluzia că se mai nasc şi astăzi stele. S-ar putea întîmpla să fim martorii acestui proces. Prin 1940, astronomul american de origine olandeză Bart Jan Bok (n. 1906) a atras atenţia asupra unor nori de praf cosmic, opaci, compacţi, izolaţi şi cu o formă mai mult sau mai puţin sferică. El a susţinut că aceşti nori (numiţi acum globule Bok) se află în plin proces de condensare în stele şi sisteme planetare. Toate dovezile par să vină în favoarea acestei afirmaţii. Sagan susţine că în Galaxia noastră se nasc în medie 10 stele pe an.

Dacă presupunem existenţa unui ritm constant al formării stelelor, putem spune că $X\%$ din planetele locuibile nu şi-au depăşit încă $X\%$ din durată existenţei. Cu alte cuvinte, 50% din planetele locuibile nu şi-au petrecut mai mult de 50% din totalul existenţei ; 10% din planetele locuibile nu au depăşit 10% din durată lor de viaţă etc.

Asta înseamnă că 8% din planetele locuibile nu şi-au cheltuit încă cele 8% din existenţa lor, care le-ar fi necesare formării vieţii, aceasta în cazul în care vîrsta lor nu depăşeşte un miliard de ani.

Ca urmare, putem spune că 92% din planetele locuibile sînt suficient de bătrîne pentru a fi permis dezvoltarea vieţii.

Ceea ce ne duce la cea de-a noua cifră :

9) Numărul de planete purtătoare de viaţă din Galaxia noastră = 600 000 000.

Deși viața a apărut pe Pământ chiar la începuturile istoriei acestuia, ea a avansat foarte lent o lungă perioadă de vreme.

În primele două miliarde de ani de existență a vieții pe Pământ, formele dominante au fost bacteriile și algele albastre-verzi. Acestea erau celule mici, cu mult mai mici decât celulele organismelor noastre și decât celulele plantelor și animalelor cunoscute. Mai mult decât atât, celulele bacteriene și cele ale algelor albastre-verzi nu aveau nucleee separate în interiorul cărora să existe molecule de acid dezoxiribonucleic (ADN) care să controleze și să dirijeze procesele chimice și reproducerea.

Diferența dintre aceste două tipuri de celule consta în faptul că algele albastre-verzi aveau capacitatea de fotosinteză (folosirea energiei solare pentru a transforma bioxidul de carbon și apa în componente tisulare), spre deosebire de bacterii. Bacteriile, lipsite de capacitatea de fotosinteză, erau obligate să descompună compuși organici existenți pentru a obține energia (sau, în anumite cazuri, să exploateze alte tipuri de reacții chimice în acest scop).

Deși algele albastre-verzi foloseau lumina solară pentru a forma componente tisulare, ele foloseau și unele reacții chimice asemănătoare cu cele folosite de bacterii. Aceste reacții chimice nu ofereau mari cantități de energie, astfel că creșterea și înmulțirea ființelor vii — fără a mai pomeni de evoluția spre specii din ce în ce mai avansate — erau extrem de lente. Motivul central al acestei situații era faptul că reacțiile chimice cu degajare mare de energie din materia vie terestră din ziua de azi presupun folosirea oxigenului molecular, iar în perioada inițială a existenței vieții pe Pământ atmosfera era practic lipsită de oxigen.

Algele albastre-verzi produceau mici cantități de oxigen în timpul fotosintezei, numai că, fiind relativ rare și având o activitate celulară relativ redusă — să nu uităm că e vorba de celule foarte mici —, cantitățile de oxigen produse erau și ele *foarte mici*.

Dar, deși evoluția progresează foarte lent, ea progresează. În urmă cu 1,5 miliarde de ani, pe vremea când Pământul găzduia viață de mai bine de 2 miliarde de ani, au apărut primele celule cu nucleee. Erau celule mari,

asemănătoare cu cele de azi, cu o biochimie mai eficientă, capabile de fotosinteză într-un ritm mult mai rapid decât altădată.

Asta însemna că atmosfera se îmbogățea perceptibil în oxigen, iar bioxidul de carbon începea să piardă teren. Acum 700 000 000 de ani, după aproape 3 miliarde de ani de existență a vieții pe Pământ, atmosfera conținea aproximativ 5% oxigen.

În acea perioadă, formele de viață animală aflate în plină înflorire, încă unicelulare, care, precum bacteriile, exploatau mai degrabă modificările chimice decât lumina solară ca sursă de energie, au început să-și dezvolte metode de folosire a oxigenului liber din atmosferă. Combinația compușilor organici cu oxigenul produce de 20 de ori mai multă energie decât descompunerea aceleiași cantități de compuși organici în absența oxigenului.

Avînd la dispoziție mari cantități de energie, animalele (și plantele, desigur) au putut începe să se miște mai repede, să ducă o viață mai vioaie și mai eficientă, să se reproducă intens și să evolueze în diferite direcții. Ele puteau acum folosi energia într-un ritm care, după vechile criterii, ar fi părut risipă. Evoluția a produs organisme ale căror celule se uneau și se specializau. Au apărut organisme multicelulare la care s-au format țesuturi rigide pe care să se poată sprijini și de care să fie ancorati mușchii.

Aceste țesuturi rigide au fosilizat și se pare, după fosile, că acum 600 000 000 de ani formele de viață multicelulare, avansate și complexe, apărute ca prin minune, se aflau în plină înflorire.

Pământul însă a trebuit să ajungă la vîrsta de 4 miliarde de ani, să-și consume 1/3 din existență, pentru a vedea apariția unor astfel de forme complete de viață.

Dacă toate acestea, conform principiului mediocrității, sînt caracteristice în general planetelor total asemănătoare cu Pământul, 1/3 dintre aceste planete sînt prea tinere pentru a fi depășit stadiul vieții unicelulare. Restul de 2/3 ar putea adăposti forme complexe și variate de viață multicelulară.

Ceea ce ne duce la cea de-a zecea cifră :

10) Numărul de planete din Galaxia noastră care adăpostesc forme de viață multicelulară = 433 000 000.

Oricît de complicată și specializată ar deveni o formă de viață, ea nu ne poate interesa din punctul de vedere al acestei cărți decît dacă este inteligentă.

Ea nu poate deveni inteligentă decît dacă își dezvoltă un creier mare (sau echivalentul acestuia — numai că pe Pămînt cel puțin nu cunoaștem nici un echivalent), ceea ce s-ar părea că nu este posibil fără dezvoltarea unor organe de manipulare și fără dezvoltarea unor organe de simț de mare finețe și de mare varietate.

Puhoiul de senzații care pătrunde în creier din Universul înconjurător, împreună cu organele de manipulare care reacționează la aceste senzații măresc resursele creierului, depășindu-i limitele aparente, și transformă în factor de supraviețuire orice creștere în mărime sau complexitate a acestui creier. Dacă un creier mic este suficient pentru a satisface nevoile de coordonare a informației culese de un organism, un creier mai mare nu prezintă nici un avantaj; un creier mai mare nu ar face altceva decît să ceară organismului să producă un țesut complex, dar inutil, și pe deasupra mare consumator de energie. Dacă, pe de altă parte, sînt folosite în întregime capacitățile creierului, asta înseamnă că un creier mai mare ar putea face mai mult și ar avea o valoare superioară.

Din acest punct de vedere putem afirma că marea este un incubator ideal al vieții, dar un incubator foarte nereușit al inteligenței. Simțul cel mai valoros și mai capabil să culeagă informații pe care ne putem imagina că îl posedă o ființă vie (fără a devia spre ficțiune) este simțul văzului. Sub apă, vederea este limitată, întrucît apa absoarbe lumina mult mai mult decît o face aerul. În aer, văzul este un simț al distanțelor mari; în apă, doar un simț al distanțelor mici (ce e drept, auzul e mult mai eficient în apă decît în aer și poate face adevărate minuni, dar chiar și cele mai scurte unde acustice folosite de ființele vii sînt mult mai lungi decît undele luminoase și, în consecință, mult mai puțin capabile de a transmite la fel de multă informație).

Cînd este vorba însă de organe de manipulare, așa cum am mai menționat într-un capitol anterior, necesitatea unei forme hidrodinamice care să permită deplasarea rapidă prin mediul acvatic dens elimină aproape în în-

tregime șansele de dezvoltare ale acestor organe de manipulare. Manipulările efectuate de un organism marin se bazează pe gură, coadă sau greutatea întregului organism și sînt foarte rar manipulări de finețe.

Există o excepție : caracatița și rudele sale. Caracatița și-a dezvoltat un număr de tentacule fine și sensibile cu ajutorul cărora poate executa manipulări delicate ale mediului, iar atunci cînd vrea să se deplaseze rapid le trage prin apă după ea, adoptînd astfel un profil hidrodinamic. Caracatița are și o vedere excelentă, ochiul ei fiind cel mai evoluat ochi de ființă nevertebrată și cel mai apropiat structural de ochiul vertebratelor.

Dar oricît am admira inteligența caracatiței, ea este evident prea puțin inteligentă pentru a clădi ceea ce am putea numi o civilizație.

Există, desigur, ființe marine mult mai inteligente decît caracatița, dar acestea — focile, morsele, pinguinii — sînt, toate, ființe terestre, a căror adaptare la viața acvatică este secundară. Chiar și balenele și delfinii au printre strămoși ființe terestre și pare neîndoielnic faptul că creierul cetaceelor s-a dezvoltat în perioada în care acești strămoși populau uscatul.

În privința inteligenței la nivelul care ne interesează în această carte, trebuie deci să studiem organismele care trăiesc pe uscat — ființele de pe uscat care își pot folosi văzul ca simț pe distanțe mari pentru a recolta detalii informaționale de o bogăție incredibilă : care își pot dezvolta organe de manipulare și care pot trăi înconjurate de oxigen în stare liberă, astfel încît să poată îmblînzii focul și dezvolta o tehnologie.

Și totuși, pe vremea cînd toate formele de viață trăiau numai în mare, uscatul era un mediu extrem de ostil vieții, la fel de ostil ca spațiul cosmic pentru noi. Noi am reușit însă să cucerim spațiul folosindu-ne de tehnologie și am reușit să creăm mijloace artificiale de protecție pentru a supraviețui în spațiul cosmic. Acum sute de milioane de ani viețuitoarele din mare au fost nevoite să-și pună la punct mijloacele de protecție ca parte integrantă a organismelor lor, în ritmul lent al evoluției.

Să vedem ce greutăți au avut de depășit :

În mare, organismele nu au de ce să se teamă de sete și secetă ; ele sînt întotdeauna înconjurate de apă, mediul chimic esențial al vieții. Pe uscat însă, viața este o

luptă continuă pentru a evita pierderile de apă; apa trebuie ori să fie păstrată, ori să fie înlocuită, bînd.

În mare, oxigenul este absorbit cu ușurință din apă în care se găsește dizolvat. Pe uscat, oxigenul trebuie mai întîi să fie dizolvat în fluidul care circulă prin plămîni și apoi absorbit, iar plămîinii nu au voie să se usuce în timpul acestui proces.

În mare, ouăle pot fi depuse în apă și lăsate să se dezvolte și să ajungă pui, fără grijă (sau cu foarte puțină grijă), într-un mediu propice. Pe uscat, trebuie să se dezvolte ouă cu coajă, pentru a preveni deshidratarea, permițînd totuși circulația gazelor atmosferice în așa fel încît embrionul care se dezvoltă să poată primi oxigen.

În mare, variațiunile de temperatură sînt neînsemnate. Pe uscat, există extreme de căldură și frig.

În mare, forța gravitației este practic nulă. Pe uscat, forța gravitației este intensă și organismele trebuie să-și dezvolte membre puternice care să le salte de pe sol, altfel sînt condamnate să se tîrască.

Nu e de mirare deci că viața din mare, deși ajunsese la forme energice și complicate, a avut nevoie de sute de milioane de ani pentru a cuceri uscatul.

Dar cucerirea s-a produs. Lupta pentru existență a obligat tot felul de ființe să petreacă din ce în ce mai mult timp pe uscat, pînă cînd ele au ajuns să trăiască mai mult pe uscat, stabilindu-se apoi permanent aici.

Acum 370 000 000 de ani primele plante au invadat uscatul. Pămîntul, care trăise steril, lipsit de viață, timp de peste 4 miliarde de ani, și-a schimbat culoarea în verde pe țărmurile oceanului planetar.

În următoarele cîteva zeci de milioane de ani formele de viață animală le-au urmat pe cele vegetale. Primele ființe cu adevărat terestre au fost insectele și păianjenii, acum 325 000 000 de ani. Pe uscat au apărut apoi viermii și melcii. Primele vertebrate exclusiv terestre, reptilele primitive, și-au făcut apariția acum 275 000 000 de ani.

Pe vremea cînd Pămîntul avea o vîrstă de 4,3 miliarde de ani și își petrecuse 36⁰/₁₀₀ din propria-i existență, viața pe uscat devenise abundentă. Folosind din nou principiul mediocrității, putem afirma că 64⁰/₁₀₀ dintre planetele locuibile au o viață de uscat abundentă.

Ajungem astfel la cea de-a unsprezecea cifră :

11) Numărul de planete din Galaxia noastră care au o viață de uscat abundentă = 416 000 000.

Civilizații

Nu toate ființele care trăiesc pe uscat trebuie să fie neapărat inteligente. Pînă în ziua de azi vacile și alte rumegătoare nu dovedesc a avea o inteligență remarcabilă.

Cu toate acestea, putem urmări progresul inteligenței și dezvoltarea continuă a creierului. Mamiferele, care au apărut în urmă cu 180 000 000 de ani, au constituit un mare progres în domeniul inteligenței în comparație cu reptilele.

Ordinul primatelor, a cărui apariție datează de acum 75 000 000 de ani, s-a orientat spre specializarea ochilor și creierului. În urmă cu vreo 35 000 000 de ani primatele s-au despărțit : de o parte, maimuțele mici și lemuriile, avînd creiere mai mici, de cealaltă parte, maimuțele antropoide, mai mari și cu creiere mai dezvoltate.

În urmă cu aproximativ 3 000 000 de ani s-au dezvoltat primii hominizi, o specie cu un creier deosebit de mare. *Homo sapiens* a apărut acum 600 000 de ani, iar acum vreo 5 000 de ani oamenii au inventat scrisul, a început istoria scrisă, a înflorit civilizația în multe locuri de pe Pămînt.

În momentul apariției civilizației, Pămîntul avea o vîrstă de 4,6 miliarde de ani și își trăise cam 40% din propria-i existență. Asta înseamnă, conform principiului mediocrității, că 40% dintre planetele locuibile nu sînt destul de vîrstnice pentru a adăposti o civilizație, iar 60% sînt destul de vîrstnice.

Ajungem astfel la cea de-a douăsprezecea cifră :

12) Numărul de planete din Galaxia noastră pe care s-a dezvoltat o civilizație tehnologică = 390 000 000.

Cu alte cuvinte, o stea din 770, în Galaxia noastră, strălucește pe cerul unei planete pe care s-a dezvoltat o civilizație tehnologică.

Putem merge mai departe. Propria noastră civilizație, de la inventarea scrisului pînă la prima incursiune în spațiul cosmic, durează de 5 000 de ani. Dacă vrem să fim de un optimism nemăsurat, putem presupune că civilizația noastră va continua să existe pe Pămînt tot atîta

vreme cît Pămîntul ne poate asigura viața — timp de încă alte 7,4 miliarde de ani — și că nivelul nostru tehnologic va avansa continuu în toată această perioadă.¹

Să presupunem deci că durata medie de existență a unei civilizații este de 7,4 miliarde de ani (vom reveni asupra acestei cifre) și că se ajunge la zborul cosmic în primii 5 000 de ani. Asta înseamnă că doar 1/1 500 000 dintr-o civilizație precedă dezvoltarea zborurilor cosmice și că după aceea progresul atinge niveluri tehnologice cu mult superioare. Cu alte cuvinte, doar 1/1 500 000 dintre civilizațiile din Galaxia noastră sînt atît de înapoiate încît nu au ajuns încă la zborurile cosmice sau abia sînt pe cale să le realizeze. Toate celelalte civilizații din Galaxie ne sînt superioare.

Asta înseamnă că dintre cele 390 000 000 de civilizații din Galaxia noastră, doar 260 sînt la fel de primitive ca noi — un număr extrem de mic. Toate celelalte (adică aproape toate) sînt mai avansate decît noi.

Pe scurt, ajungem să ne dăm seama că am calculat nu numai șansele de existență ale inteligenței extraterestre, ci și șansele de existență ale inteligențelor extraterestre supraomenești.

¹ Aspectul nostru fizic se va schimba cu siguranță odată cu trecerea timpului, datorită evoluției sau datorită ingineriei genetice, dar aceasta nu ne influențează cîtusi de puțin argumentația.

Capitolul 10

ALTE CIVILIZAȚII

Satelitul nostru uriaș

Am putea spune că speculațiile noastre asupra inteligenței extraterestre s-au încheiat triumfal. După ce ne-am dat toată silința să facem presupuneri și aprecieri rezonabile și conservatoare, am ajuns la un Univers a cărui bogăție de inteligență ar putea fi incredibilă. Alături de noi, alte 390 000 000 de mulțimi de pătași la marea aventură a cunoașterii și rațiunii au pătruns în domeniul civilizației aici, în propria noastră Galaxie.

Dacă cele 390 000 000 de civilizații sînt distribuite uniform în populația I de la periferia Galaxiei, atunci distanța medie dintre două civilizații învecinate ar fi cam de 40 de ani-lumină. La scara cosmică asta nu înseamnă mare lucru.

Se ridică însă o întrebare care ne strică tot cheful.

Unde or fi cu toții ?

Dacă ar exista, într-adevăr, sute de milioane de civilizații avansate în Galaxia noastră, am putea crede că ele s-au aventurat de mult în afara propriilor lor lumi, că au încheiat alianțe, poate că au format chiar o Federație Galactică a Civilizațiilor care trimite emisari în alte federații galactice, dincolo de spațiile intergalactice. Și, mai cu seamă, ar fi trebuit să ne viziteze. De ce n-au făcut-o ?

Unde or fi cu toții ?

Această enigmă are cîteva rezolvări posibile. Poate că analiza prezentată pînă acum conține o eroare majoră și, în consecință, nu există nici o altă lume locuibilă în afară de Pămînt.

Oricare dintre etapele analizei ar putea ascunde o

eroare provenită dintr-o insuficientă cunoaștere a faptelor. Poate că stelele duble (sau binare) sînt mult mai numeroase decît credem și au o influență negativă mult mai intensă asupra formării sistemelor planetare. În acest caz, ar exista foarte puține stele izolate precum Soarele și foarte puține sisteme planetare precum sistemul nostru solar.

Poate că ecosfera este foarte puțin profundă, așa cum par să arate unele calcule, astfel încît aproape nici o planetă nu reușește să se afle exact în acea carapace subțire din jurul unei stele care asigură habitabilitatea.

Poate că, din vreun motiv pe care încă nu îl cunoaștem, planetele cu o masă asemănătoare cu a Pămîntului se formează foarte rar și poate că în nenumărate sisteme planetare nu există decît planete prea mari sau prea mici, neaflîndu-se nicăieri planete de dimensiuni adecvate.

Poate că un incredibil accident cosmic a făcut posibilă prezența unor cantități adecvate de apă în stare lichidă în lumea noastră, poate că toate condițiile de pe Pămînt sînt accidentale, ceea ce ar însemna că Pămîntul s-ar putea întîmpla să fie singura lume locuibilă din Galaxie sau poate chiar din întregul Univers.

Nu avem însă nici un motiv să credem toate acestea. Poate că vor apărea dovezi în favoarea acestor idei, poate că vor apărea mîine, cine știe. Pînă atunci nu putem decît să ne menținem orientarea raționamentului și să vedem dacă putem explica absența unor mărturii pozitive referitoare la existența altor civilizații.

Poate că nu greșim din ignoranță. Poate că greșeala noastră este provocată de un lucru evident de care însă nu ne dăm seama deocamdată. Să fie oare Soarele, sistemul său planetar, Pămîntul însuși, atît de neobișnuite încît să nu putem aplica eficient principiul mediocrității?

În privința Soarelui și a sistemului planetar nu știm să fie vorba de ceva neobișnuit. Ar putea fi unice din zeci de motive, dar nu știm în nici un caz de ce. În privința Pămîntului, lucrurile stau cu totul altfel. Există aici ceva cu totul neobișnuit, fapt pe care noi l-am ignorat pînă acum și care ne-ar putea duce la un răspuns posibil în problema localizării oaspeților noștri spațiali.

Elementul neobișnuit este satelitul Pămîntului, Luna.

Am mai spus că această combinație Pămînt-Lună reprezintă, în sistemul nostru solar, o apropiere de conceptul de planetă dublă datorită mărimii extraordinare a

Lunii în raport cu lumea în jurul căreia evoluează. Masa Lunii reprezintă $1/81$ sau $0,0123$ din masa Pământului. Tabelul următor prezintă masa totală a sateliților fiecărei planete din sistemul solar în raport cu masa planetei :

<i>Pământul (1 satelit)</i>	<i>0,0123</i>
<i>Neptun (2 sateliți)</i>	<i>0,0013</i>
<i>Saturn (10 sateliți)</i>	<i>0,00025</i>
<i>Jupiter (13 sateliți)</i>	<i>0,00024</i>
<i>Uranus (5 sateliți)</i>	<i>0,00010</i>
<i>Marte (2 sateliți)</i>	<i>0,00000002</i>
<i>Pluto (fără sateliți) ¹</i>	<i>—</i>
<i>Venus (fără sateliți)</i>	<i>—</i>
<i>Mercur (fără sateliți)</i>	<i>—</i>

Dacă ținem seama de masa fiecărui satelit în raport cu masa planetei pe care o înconjoară, Luna este, am putea spune, de 6,5 ori mai masivă decât toți ceilalți sateliți din sistemul solar luați împreună.

Din acest punct de vedere, Luna este un satelit cu totul neobișnuit, fapt care modifică considerabil imaginea procesului formării Pământului în comparație cu formarea celorlalte planete.

Cu excepția Pământului, planetele par să se fi format în jurul unui nucleu central de condensare însoțit, poate, de alte mici fragmente de materie, atât de mici în comparație cu nucleul central, încât nu ar fi putut afecta semnificativ modul de formare al planetei ca atare.

În cazul Pământului însă, și numai în cazul Pământului, par să fi existat două nuclee de condensare — unul mult mai mare decât celălalt, dar nu cu mult mai mare.

Să ne gândim la Venus și la Pământ, atât de asemănătoare ca masă și structură, dar cu suprafețe atât de deosebite. Să fie oare explicabile diferențele actuale dintre condițiile întâlnite pe suprafețele celor două planete, măcar în parte, prin faptul că Venus s-a format printr-o singură condensare, iar Pământul prin două ? Să fi produs oare procesul de formare a Lunii o pierdere de materie care să provoace o schimbare crucială a stării fizice și chimice a Pământului, care să dedanșeze o evoluție geologică total diferită în comparație cu cea venusiană ? Să se fi mărit oare diferențele, modeste la

¹ Satelitul lui Pluto, Charon, a fost descoperit după publicarea cărții lui Asimov. — *Nota trad.*

Început, pînă cînd Pămîntul a ajuns o planetă relativ rece, cu oceane și cu o atmosferă relativ rarefiată, în timp ce Venus a devenit o planetă fierbinte, lipsită de apă în stare lichidă și cu atmosferă foarte densă ?

Poate că dubla condensare care a format planeta dublă Pămînt-Lună este un eveniment care se petrece foarte rar, astfel că presupunerea privind existența în ecosfera unei stele asemănătoare cu Soarele a unei planete precum Pămîntul la fiecare două planete ar fi total greșită. Am avea de-a face cu o planetă precum Pămîntul numai dacă aceasta ar avea un satelit precum Luna, ceea ce s-ar putea să nu se întîmple niciodată. În lipsa unui satelit precum Luna ne-am alege, în cel mai bun caz, cu o planetă precum Venus.

Dacă ar fi așa, ar trebui să tragem concluzia că nu există practic nici o altă planetă locuibilă în Univers, Pămîntul fiind o întîmplare cu totul și cu totul neobișnuită. Bineînțeles că nu ar exista deloc, sau aproape deloc, inteligențe extraterestre și nu am avea nici un motiv să ne mirăm că în spațiul cosmic e liniște și că nu primim vești de la alți locuitori ai spațiului.

Toate bune, dar vi se par convingătoare argumentele ? Ce influență are formarea Lunii asupra formării Pămîntului ? Ce ar fi putut face Luna pentru a provoca scăderea densității atmosferei terestre, cum ar fi putut ea să asigure cantități suficiente de apă, cum ar fi putut ea preveni un caz galopant de efect de seră ?

Iată cîteva întrebări cărora nu le putem da deocamdată răspunsuri.

Și încă ceva, nici nu e foarte sigur că planetele duble sînt atît de rare pe cît s-ar putea crede. În iulie 1978 a fost descoperit un nou satelit în sistemul solar, în jurul îndepărtatei planete Pluto. Datele preliminare par să arate că acest satelit este chiar mai mare în raport cu Pluto decît Luna în raport cu Pămîntul.

În fine, am putea explica diferențele dintre Venus și Pămînt fără a le atribui prezenței Lunii.

Venus se află mult mai aproape de Soare decît Pămîntul. Procesul de fotoliză în cadrul căruia radiația ultravioletă a Soarelui descompune moleculele de apă în hidrogen și oxigen ar trebui să fie mai accelerat, iar hidrogenul s-ar pierde relativ rapid datorită temperaturilor ridicate provocate de apropierea Soarelui ; oxigenul s-ar combina cu metanul formînd apă și bioxid de carbon. Procesul ar

continua, ducînd în cele din urmă la formarea unei atmosfere foarte dense, compusă mai cu seamă din bioxid de carbon, ceea ce ar accelera efectul de seră, avînd ca rezultat situația actuală de pe suprafața planetei Venus.

Mai rămîn de clarificat numeroase detalii, dar ne vine mult mai ușor să credem că diferențele dintre Venus și Pămînt sînt produse de diferența distanțelor dintre planetele respective și Soare, și nu de natura și existența unui satelit.

Fină una alta însă, se pare că nu putem contesta existența unui mare număr de planete locuibile care ar putea postea viața. Chiar și așa nu am terminat încă discuția legată de caracterul neobișnuit al existenței Lunii.

Satelitul nostru capturat ?

Existența Lunii ca satelit al Pămîntului este atît de ciudată, încît unii astronomi susțin că ea nu s-a format ca satelit, ci că a fost capturată de către Pămînt. Dacă lucrurile stau așa, speranțele noastre privind existența altor civilizații ar putea fi spulberate.

Faptul că Luna este atît de mare pe cît știm că este și atît de departe de Pămînt pe cît știm că se află vine în favoarea posibilității ca ea să fie un corp ceresc capturat. Pe lîngă aceasta, trebuie să menționăm că orbita sa este situată într-un plan foarte apropiat de planul de rotație al celorlalte planete în jurul Soarelui și ceva mai puțin apropiat de planul ecuatorului terestru, plan care știm că este caracteristic, în general, orbitei de revoluție a sateliților. Toate acestea ne-ar putea face să credem că Luna a fost inițial o mică planetă, și nu un satelit.

Încă ceva : Luna are o compoziție oarecum diferită de cea a Pămîntului. Ea are o densitate de doar $3/5$ din densitatea Pămîntului și este lipsită de un miez metalic. Din acest punct de vedere, structura ei se aseamănă mai degrabă cu structura lui Marte. S-ar putea oare ca Luna să se fi format din acea porțiune a norului original de gaze și praf din care s-a format Marte, și nu din cea din care s-a format Pămîntul ?

Am mai putea adăuga că Luna este mult mai săracă decît Pămîntul în elementele solide care se topesc la temperaturi nu prea înalte și care s-ar fi putut evapora de pe Lună. Fragmente de materie sticloasă, provenite din roci

care s-au topit și s-au resolidificat, există din abundență pe Lună, dar sînt foarte rare pe Pămînt. Aceste caracteristici ale Lunii par să ne indice că ea a fost expusă undeva, poate chiar pentru o perioadă lungă de timp, la temperaturi mai înalte decît cele la care este expus acum Pămîntul (și la care este expusă de altfel și Luna).

Ar fi oare posibil ca Luna, formată în cadrul aceluiași proces care a dus la formarea lui Marte, să fi adoptat din cine știe ce motiv o orbită foarte excentrică ? Poate că pe atunci se apropia de Soare cît Mercur la un capăt al orbitei și se îndepărta cît Marte la celălalt capăt. Asta ar explica suprafața asemănătoare cu cea a lui Mercur și interiorul asemănător cu cel al lui Marte.

Mai apoi, la un moment dat, s-a întîmplat ceva care a dat Pămîntului posibilitatea să captureze Luna în timpul uneia dintre apropieri.

Ce e drept, nici unul dintre argumentele în favoarea statutului de corp ceresc capturat al Lunii nu este prea convingător. Mărimea sa nu ne convinge, fiindcă toți sateliții din sistemul solar despre care astronomii știu cu siguranță că ar fi capturați sînt mici. Distanța dintre Pămînt și Lună ar putea fi explicată de efectele mareice ; excentricitatea orbitei ei nu este la fel de mare ca aceea a sateliților capturați ; înclinarea planului ei de revoluție față de planul ecuatorial al planetei nu este la fel de mare ca aceea a satelitului lui Neptun, Triton.

În ceea ce privește diferența de compoziție, aceasta ar putea fi explicată prin faptul că metalele s-au condensat primele și, atunci cînd a început condensarea Lunii la oarecare distanță de zona primară de condensare, materialul disponibil era compus în cea mai mare parte din roci. Putem explica temperaturile intense la care a fost expusă suprafața lunară prin faptul că Luna, spre deosebire de Pămînt, nu are o atmosferă și un ocean care să o protejeze de radiația solară.

Mai rău, fenomenele mecanice prin care Pămîntul ar putea captura un corp ceresc de dimensiunile Lunii sînt de-a dreptul derutante, drept care astronomii nu au reușit încă să ne ofere o explicație plauzibilă a unei asemenea întîmplări.

Ce e drept, nici argumentele împotriva ideii că Luna este un satelit capturat nu sînt prea convingătoare. Astronomii nu au reușit încă să se hotărască. Luna ar putea să nu fie un satelit capturat, dar nu ar fi imposibil să fie așa.

Avem atunci dreptul, doar de dragul discuției, să credem că Luna este un satelit capturat și să vedem unde ajungem.

În primul rînd, cînd a fost ea capturată ?

N-avem cum să știm ! Ea ar fi putut fi capturată în urmă cu 4 miliarde de ani, la puțină vreme după formarea ei și a Pămîntului, și, deci, înainte de apariția vieții pe Pămînt. Sau în urmă cu 4 milioane de ani, cu puțin înainte de apariția pe Pămînt a primilor hominizi.

N-avem de unde ști, dacă ne referim numai la Lună. Nu ne rămîne decît să ne ocupăm și de Pămînt. Există oare vreun eveniment violent din istoria Pămîntului care ar fi cumva legat de capturarea Lunii și de care această capturare să poată fi învinuită ?

Ce avem de spus despre apariția pe Pămînt a formelor de viață care au ocupat uscatul ? Colonizarea uscatului s-a produs ciudat de tîrziu. În timp ce viața a apărut în ocean cam la un miliard de ani după formarea continentului, viața pe uscat nu a apărut decît la 4,2 miliarde de ani după formarea acestuia. Dacă am compara viața de 12 miliarde de ani a Pămîntului ca planetă locuibilă cu viața de 70 de ani a unui om, am spune că viața în mare a apărut atunci cînd Pămîntul avea 6 anișori, iar viața pe uscat atunci cînd Pămîntul ajunsese la 25 de ani. Ce ar putea explica această diferență ?

Să fie oare mareele legate de apariția vieții pe uscat ?

Creșterile și scăderile de nivel ale apei de-a lungul unui țărm ar fi transportat forme de viață. Pe maluri ar fi rămas băltoace în care unele forme de viață ar fi prosperat. În nisipurile umede ar fi putut exista condiții favorabile vieții. Unele forme de viață s-ar fi adaptat la deshidratarea parțială dintre un flux și alt flux, ar fi avansat pe țărm din ce în ce mai departe de mal, pînă cînd, în fine, viața ar fi fost posibilă chiar dacă aceste forme de viață nu s-ar mai fi scufundat în apă din cînd în cînd.

E posibil oare ca în oceanul aproape lipsit de maree al unui Pămînt lipsit de Lună să nu fi existat tranziția provocată de maree între viața acvatică și cea terestră ? E posibil oare ca timp de trei miliarde de ani să nu se fi dezvoltat forme de viață pe uscat ?

Să fi fost oare Luna capturată în urmă cu doar 600 000 000 de ani, în așa fel încît mareele care au rezul-

iat să fi agitat destul de intens rocile sedimentare aflate în formare, ștergînd astfel urmele fosilelor anterioare și dîndu-ne senzația că formele de viață au apărut dintr-o dată, așa cum par să ne spună rocile din Cambrian?

Oare cîteva sute de milioane de ani de maree au reușit în fine să împingă viața pe uscat făcînd posibile inteligența și tehnologia?

Să nu uităm că Pămîntul nu ar fi total lipsit de maree chiar în absența Lunii. Și Soarele produce maree, iar, dacă Luna nu ar fi pe cer, marea produsă doar de Soare ar avea numai o treime din intensitatea celor produse împreună de Lună și de Soare.

Am putea susține că acțiunea Soarelui nu ar fi suficientă, adăugînd și un alt argument: în trecut acțiunea Lunii ar fi putut fi cu mult mai intensă.

Întrucît marea încetinesc rotația Pămîntului, Pămîntul pierde din momentul unghiular de rotație. Numai că momentul unghiular nu poate fi pierdut cu adevărat, el poate fi doar transferat. În cazul de față, el este transferat de la rotația Pămîntului la mișcarea de revoluție a sistemului Pămînt-Lună. Pămîntul și Luna se îndepărtează lent unul de celălalt, fac mișcări mai ample în jurul centrului comun de gravitație, cîștigînd astfel moment unghiular.

Dacă am putea privi înapoi în timp, am vedea că acum 400 000 000 de ani, atunci cînd a început tranziția de la viața acvatică la viața terestră, ziua era mult mai scurtă, iar Luna trebuie să se fi aflat ceva mai aproape de Pămînt. Există și o dovadă palpabilă: inelele de creștere din fosilele de corali ale acelei epoci ne arată că în acea vreme ziua dura doar 21,8 ore, iar perioada de revoluție a Lunii era de 21 de zile (ceea ce înseamnă că Luna se afla pe atunci la doar 320 000 km de Pămînt).

Dacă ne reamintim că efectul de maree are o variație invers proporțională cu cubul distanței, vedem că intensitatea mareelor lunare de acum 400 000 000 de ani era de 1,66 ori mai mare decît astăzi și de 1,44 ori mai mare decît marea solară și lunare combinate actuale. Marea fiind cam o dată și jumătate mai intensă decît acum și deplasîndu-se cu o viteză cu 10% mai mare decît cea actuală (din cauză că ziua era mult mai scurtă), impulsul spre viața pe uscat trebuie să fi fost mult mai intens decît ar fi în ziua de azi.

Am putea deci trage concluzia că Pământul, reușind misiunea extrem de dificilă de capturare a Lunii (misiune atât de dificilă încît nici astronomii nu au reușit să-i descrieze mecanismul), a făcut posibilă existența vieții pe uscat.

Atunci cînd am calculat numărul impresionant al planetelor locuibile, am omis din calcul faptul că doar puține dintre ele ar fi putut captura un satelit mare care s-a nimerit să existe în apropiere și, deci, că puține dintre ele ar putea găzdui forme de viață terestră, implicit inteligența și tehnologia pe care le căutăm.

Nici măcar acest argument în favoarea ideii că Pământul este singura planetă pe care există forme de viață pe uscat, deci și inteligență și tehnologie, nu este deloc convingător. Nu avem nevoie de o Lună capturată pentru a explica prezența vieții pe uscat. În timpul miliardelor de ani de existență a vieții în ocean, dar nu și pe uscat, mările Lunii, oricît ar fi fost de intense, nu ar fi putut probabil duce la transferul vieții pe uscat.

De-a lungul celei mai mari părți din existența Pământului, atmosfera sa nu a conținut decît foarte puțin oxigen liber sau chiar deloc. Asta înseamnă că nu exista o pătură de ozon în straturile superioare ale atmosferei, iar radiația ultravioletă a Soarelui ajungea în mari cantități pe suprafața Pământului.

Radiația ultravioletă, foarte bogată în energie, este ostilă vieții, întrucît are tendința de a descompune moleculele complicate de care depinde viața. Asta nu ar fi afectat în nici un fel viața din oceanul planetar, viață ai cărei reprezentanți puteau coborî la adîncimi convenabile sub suprafața oceanului pentru a primi suficientă energie din radiația ultravioletă, dar, în nici un caz, prea multă.

Numai că pe uscat e ceva mai greu să te ascunzi de radiația ucigătoare a Soarelui, așa că uscatul a rămas lipsit de viață, sterilizat de lumina solară.

Chiar și la începutul epocii cambriene, acum 600 000 000 de ani, atmosfera Pământului nu conținea nici măcar 5% oxigen. Conținutul de oxigen creștea însă rapid, iar pătura protectoare de ozon se forma și devenea din ce în ce mai densă. Radiația ultravioletă era blocată progresiv de pătura de ozon, astfel că, acum 400 000 000 de ani, radiația ultravioletă care ajungea pe suprafața Pământului nu mai avea efecte ucigătoare. Pentru prima oară fragilele țesuturi

vii împinse de marea pe țărm nu erau imediat ucise. Încetul cu încetul, uscatul a fost colonizat.

Iată câteva argumente mult mai convingătoare în legătură cu întârzierea stabilirii formelor de viață pe uscat decât cele referitoare la capturarea Lunii.

S-ar părea deci că trebuie să renunțăm la ideea că Luna a jucat un rol crucial în dezvoltarea civilizațiilor. Faptul că o planetă locuibilă are un satelit mare, unul mic, unul capturat, mai mulți sateliți sau nici unul nu ar trebui să afecteze, pe cât știm¹, dezvoltarea vieții pe uscat, ceea ce înseamnă că inteligența va putea să evolueze ne-stingherită.

Ei bine, atunci unde or fi cu toții ?

Inteligență

Toate bune ; să presupunem că există atâtea lumi locuibile cîte credeam noi și că toate adăpostesc forme de viață pe uscat. Am putea fi oare siguri că specii inteligente vor apărea inevitabil pe toate aceste lumi ?

Nu greșim oare aplicînd principiul mediocrității în această etapă a calculelor ? Nu s-ar putea ca dezvoltarea inteligenței pe Pămînt să fie o simplă întîmplare neînchipuit de norocoasă și că, în timp ce Galaxia și Universul mișună de viață, inclusiv forme de viață de uscat, inteligența și, implicit, civilizația ar putea lipsi cu desăvîrșire — exceptînd Pămîntul ?

Să fie oare condițiile de apariție a unei specii inteligente aproape imposibil de realizat ? Care sînt aceste condiții ?

În primul rînd, reprezentanții unei specii inteligente trebuie să fie relativ mari pentru a-și putea dezvolta un creier mare, dar nu prea mari, în sensul că trupul nu trebuie să-și depășească creierul.

Ca dovadă, omul este mai inteligent decît ruda sa mai masivă, gorila, și fără îndoială mai inteligent decît Gigantopithecus (acum dispărut), care era și mai masiv, cel mai mare dintre primatele care au trăit vreodată, după cîte știm.

Cu toate acestea, omul este unul dintre cele patru mari

¹ Trebuie să precizez că ce „știm“ este fragmentar și nesigur. Oricînd, mîine poate, fapte noi ar putea distruge logica și argumentele cuprinse în această carte.

primare care există în momentul de față, și toate patru sînt mult mai inteligente decît primarele mai mici, de la gibbon în jos. Mai mult, *Homo sapiens*, reprezentantul celei mai inteligente specii de hominizi este și cel mai mare.

Dintre mamiferele care nu aparțin grupului primatelor, cele mai inteligente sînt elefanții și delfinii, și ei animale relativ mari. Caracatița, cea mai inteligentă dintre nevertebrate, face parte dintre nevertebratele mari, iar cioara, care este probabil cea mai inteligentă pasăre, face parte și ea dintre păsările mari.

Condiția mărimii fizice ar putea reprezenta unul dintre motivele întîrzierii stabilirii inteligenței pe Pămînt (și probabil pe orice altă planetă similară) întrucît e nevoie de foarte mult timp pentru ca procesele întîmplătoare, oarbe, ale evoluției, să ducă la dezvoltarea unei specii de dimensiuni fizice suficiente pentru a putea adăposti un creier destul de mare, care să poată fi inteligent.

Problema este și mai dificilă din cauză că creierul este, dintre toate țesuturile vii, cel cu organizarea cea mai complexă, astfel încît e mult mai ușor, ca să spunem așa, să obții creșterea în masă și nivel de complexitate în orice alt țesut decît în creier. De aceea există mult mai multe specii cu corpuri voluminoase și creier mic decît specii cu corpuri voluminoase și cu creier mare.

Nu s-ar putea oare să fie atît de greu să ajungi la un corp masiv cu un creier mare încît întîmplarea să devină imposibilă ?

Am putea susține că inteligența oferă asemenea avantaje încît tendința de evoluție în această direcție ar fi irezistibilă. La urma urmei, inteligența îi face pe oameni să nu se mai teamă de vreo altă formă de viață, destul de mare, destul de înarmată, destul de rea pentru a-i putea distruge dacă n-ar fi inteligenți. Nici cel mai fioros animal de pradă nu ne poate rezista. Trebuie chiar să facem eforturi speciale pentru a evita exterminarea celor mai mîndre și mai frumoase dintre animale — și, cu toate eforturile, s-ar putea să eșuăm. Forța inteligenței noastre este prea mare pentru a putea fi îmblînzită.

Să nu ne lăsăm însă copleșiți de propria noastră trufie. Inteligența noastră nu ne oferă numai avantaje. Există și dezavantaje. Întrucît un organism inteligent trebuie să fie relativ mare, semenii săi trebuie să fie relativ puțini la

număr. Trebuie să fie longeviv, să-și exploateze inteligența (fiindcă dacă moare înainte de a fi învățat mare lucru, inteligența lui s-a dus pe apa sîmbetei) și trebuie să se reproducă într-un ritm relativ lent.

Dacă o specie inteligentă este obligată să intre în competiție cu o altă specie care, nefiind inteligentă, își poate permite să fie mică, numeroasă, fecundă și relativ efemeră, specia inteligentă este serios dezavantajată. Avem toate motivele să credem că evoluția preferă să răsplătească (prin supraviețuire) fecunditatea, mai presus de orice.

Speciile inteligente au puțini pui, iar aceștia sînt neajutorați pînă cînd creierul lor extraordinar de complex, care nu se poate maturiza suficient nici măcar în decursul unei perioade fetale relativ lungi, ajunge la un nivel rezonabil de dezvoltare. Dacă puiul pățește ceva înainte de a se fi putut reproduce la rîndul său, avem de-a face cu o pierdere imensă, pierderea unei imense investiții de timp și efort (atît biologic cît și social).

O specie mică și lipsită de inteligență poate depune mii sau chiar milioane de ouă din care se vor naște peste puțină vreme nenumărați pui, care pot supraviețui independent de părinții lor. Mulți vor fi devorați, dar investiția reprezentată de oricare dintre ei este neglijabilă, și unii vor supraviețui cu siguranță.

Încă ceva, a fi efemer și fecund înseamnă să evoluezi într-un ritm infernal. Insectele, cel mai familiar exemplu de organisme efemere și fecunde, reprezintă mult mai multe specii decît toate celelalte ființe vii luate la un loc și, dacă ar fi să judecăm după alte criterii decît cele impuse de propria noastră vanitate, sînt cele mai reușite ființe de pe lume.

Oamenii, chiar în poziția lor dominantă din punctul de vedere al inteligenței și tehnologiei, nu pot învinge insectele. Putem distruge cu ușurință elefanții și extermina balenele, dar insectele, care consumă o mare parte din rezervele noastre de hrană, ne rîd în nas. Le putem ucide cu miliardele, dar întotdeauna cele care au murit sînt rapid înlocuite. Dacă le otrăvim, cele cîteva care au rezistat întîmplător efectului otrăvii vor supraviețui și vor produce miliarde de noi exemplare, toate rezistente la otrăvă. Noi ne folosim creierul, ele își folosesc fecunditatea și cîștigă.

De fapt, cu excepția oamenilor, alte specii inteligente sînt chiar mai puțin reușite. Nici gorilele, nici cimpanzeii nu sînt reprezentanții unor specii de succes. Ei nu se pot compara cu șobolanii dacă e vorba de supraviețuire într-o lume profund ostilă. Nici elefantul nu este, pe cît se pare, mai descurcăreț decît iepurele, nici balena mai presus de scrumbie.

Am putea spune oare, în acest context, că, din punctul de vedere al evoluției, inteligența este o cale fără perspective? Am putea spune că, în mare, dezavantajele depășesc avantajele pînă în momentul atingerii și depășirii unui anume nivel critic urmat de posibilitatea unei dominații cel puțin spectaculoase a lumii de către speciile inteligente?

Poate că acest nivel critic este atît de greu de atins, ținînd seama de dezavantajele generale ale inteligenței, încît hominizii de pe Pămînt au reușit să-l atingă și să-l depășească numai datorită unei șanse extraordinare care nu se poate repeta în altă lume.

Toate astea nu sună prea convingător.

Urmărind evoluția vieții pe Pămînt, putem observa că există o tendință în direcția creșterii dimensiunilor și complexității (uneori depășită și ducînd la efecte contrarii celor scontate). Mai mult, creșterea complexității pare să implice aproape întotdeauna o creștere a inteligenței în grupurile mari și răspîndite de ființe vii.

Chiar și printre insecte există cel puțin trei grupuri — furnicile, albinele și termitelile — de insecte sociale. În loc să crească, devenind indivizi mari și complecși, ele rămîn mici, dar formează societăți mari și complexe; aceste societăți par considerabil mai inteligente privite în întregime decît micile organisme individuale care le compun.

Dacă inteligența crește odată cu dezvoltarea multor specii, și crește chiar în două moduri total diferite — cel individual și cel social —, trebuie să presupunem că mai curînd sau mai tîrziu inteligența în dezvoltare va depăși nivelul critic.

Dovezile acumulate pînă în prezent ne obligă să considerăm că o inteligență, și chiar o inteligență suficientă pentru a produce o civilizație, reprezintă un fenomen mai mult sau mai puțin inevitabil pe o planetă locuibilă, cu condiția să i se acorde suficient timp.

Și iar ne întoarcem la aceeași întrebare. Dacă nu găsim nici un motiv să contestăm posibilitatea dezvoltării a sute de milioane de civilizații în Galaxia noastră, cum ne putem explica o asemenea tăcere? De ce nici una dintre aceste civilizații nu ne-a dat vreun semn de viață?

Soluția ar putea consta în faptul că pînă acum a apărut doar un număr limitat de civilizații. Încă nu ne-am întrebât cîtă vreme poate rezista o civilizație.

E o problemă importantă. Să presupunem că fiecare civilizație supraviețuiește relativ puțin. Asta ar însemna că, dacă am putea examina toate planetele locuibile din Univers, am observa că pe foarte multe dintre ele nu a apărut încă civilizația, iar pe și mai multe planete civilizația a apărut, dar a și dispărut. Doar pe foarte puține planete vom găsi o civilizație a cărei dată de apariție este atît de recentă încît civilizația cu pricina nu a apucat încă să dispară.

Cu cît durată medie a civilizației este mai scurtă, cu atît mai mici sînt șansele noastre de a găsi o lume în care civilizația a apărut, dar nu a dispărut încă, și cu atît mai puține vor fi civilizațiile *active* acum sau în orice alt moment al istoriei Universului.

Ar fi oare posibil să existe un fel de durată-limită a civilizațiilor, acesta fiind motivul pentru care nu ne dau semne de viață, nu de alta dar nu rezistă suficientă vreme pentru a se face auzite?

Avem oare motive să credem că civilizațiile sînt efemere? Din păcate, judecînd după singura civilizație pe care o cunoaștem — a noastră —, avem toate motivele să fim convinși de asta.

Propria noastră civilizație are un viitor îndoielnic și, pe scurt, motivul constă în dificultatea (poate chiar imposibilitatea) de a coopera pentru a ne rezolva problemele. Sîntem o specie prea certăreată și considerăm conflictele noastre locale mai importante decît supraviețuirea generală.

Într-un fel, ființele vii trebuie să fie animate de spiritul de concurență. Capacitățile de reproducere permit oricărei specii care se înmulțește liber să-și depășească foarte rapid posibilitățile de procurare a hranei, oricît de abundentă ar

fi aceasta¹. În consecință, indiferent de ce specie ar fi vorba, în interiorul ei, între membrii ei, se va desfășura o cursă pentru hrană. Concurența poate să fie indirectă și să evite confruntările; cu toate acestea, supraviețuirea unora va însemna moartea altora și depinde de ea. Pînă și plantele luptă neîncetat și dau o bătălie aprigă pentru lumina Soarelui.

Civilizația este în pericol nu numai fiindcă oamenii se concurează, ci și fiindcă spiritul de concurență este mult mai dezvoltat la ei decît la oricare altă specie. Fenomenul are o serie de motive, toate legate de inteligență — din păcate, fiindcă asta ar însemna că orice specie capabilă să construiască o civilizație ar fi, prin definiție, o specie animată de spiritul de concurență.

Oamenii, de exemplu, datorită inteligenței lor, sînt mult mai apti să înțeleagă existența concurenței decît oricare altă specie. Pentru oameni, sensul concurenței nu este reprezentat de lupta pentru următoarea porție de hrană sau de apărarea față de un dușman vizibil. Pentru oameni, e vorba de realizarea unei strategii de lungă durată care să le asigure dominația asupra altora.

La alte specii o ceartă pentru hrană durează pînă cînd unul dintre indivizi reușește să o înghită, după care celălalt individ pleacă dezamăgit să caute altceva de mîncare. Lupta își pierde sensul odată cu dispariția hranei.

Pentru ființele umane inteligente, capabile să prevadă și, deci, să înțeleagă ce înseamnă să mori de foame și cît de probabilă este o asemenea situație la un moment dat, cearta pentru hrană are toate șansele să fie lungă și violentă, sfîrșindu-se cu răni grave sau cu moartea. Mai mult, chiar dacă un individ este învins și alungat fără a fi grav rănit, iar hrana este mîncată de învingător, s-ar putea întîmpla ca lupta să nu se fi sfîrșit.

Ființa umană este destul de inteligentă pentru a fi ranchiunoasă. Învingutul, amintindu-și că supraviețuirea lui

¹ Încercările de a calcula durata necesară unui virus, unei bacterii, unei perechi de muște, unei perechi de șoareci, unei perechi de oameni sau chiar unei perechi de elefanți de a produce un număr de urmași a căror masă totală să fie egală cu masa Pămîntului — în condiții de reproducere liberă, hrană nelimitată și moarte de bătrînețe — duc la cifre cumplit de mici. În privința oamenilor, dacă pornim de la o pereche care se înmulțește constant în ritmul de 3,3% pe an — lucru posibil în cazul oamenilor —, masă totală a descendenților perechii va egala masa Pămîntului în doar 1 600 de ani.

a fost afectată, va face tot posibilul să-l ucidă pe învingător prin înșelătorii, într-o ambuscadă sau cu ajutorul prietenilor săi — dacă nu se descurcă doar cu forța brută. Învingutul poate face asta nu pentru a profita direct sau pentru a-și mări șansele de supraviețuire, ci doar datorită furiei pe care o trăiește la amintirea răului care i s-a făcut.

Puțin probabil să existe o altă specie în afară de cea umană care să ucidă din răzbunare (sau pentru a preveni răzbunarea, deoarece morții nu mai umblă cu vorba și nu mai plănuiesc atacuri prin surprindere). Asta nu fiindcă oamenii ar fi mai răi decât celelalte animale, ci fiindcă sînt mai inteligenți decât ele și au o memorie mai persistentă și mai specifică, suficientă pentru a da sens conceptului de răzbunare.

Pe măsură ce o civilizație apare și se dezvoltă, oamenii își formează o cultură materială, o cultură în care posesiunea unui număr de lucruri diferite este considerată ca importantă. Dezvoltarea vînației dă valoare topoarelor de piatră, lăncilor, arcurilor și săgeților. Apariția agriculturii face să crească valoarea terenurilor cultivabile. Progresul tehnologic face să crească numărul posesiunilor și aproape orice — de la turme de animale pînă la oale și bucăți de metal — ajunge să fie echivalat cu bunăstarea economică și statutul social. Oamenii capătă astfel nenumărate motive de a ataca, apăra, schilodi și ucide.

Mai mult, progresele tehnologice nu pot decât să mărească capacitatea ființei umane de a comite acte violente. Nu e vorba de a face o alegere, de a prefera săbiile plugurilor. Sigur că orice produs al tehnicii poate fi conceput pentru a ucide, dar *aproape* orice obiect poate fi folosit pentru a ucide în condiții de furie sau spaimă. O oală mare, folosită de obicei în cele mai pașnice scopuri, poate foarte bine să zdrobească o țeastă.

Nu există limite în acest domeniu. Oamenii au acum la dispoziție arme mult mai ucigătoare decât au avut vreodată și fac tot posibilul ca ele să devină și mai ucigătoare. Am putea ajunge la concluzia că nu există specie inteligentă care să nu înțeleagă spiritul de concurență, pericolul de a fi învins, care să nu creeze un număr nedefinit de obiecte materiale și de abstracțiuni imateriale pentru care să se înfrunte, care să nu producă arme din ce în ce mai puternice pe care să le folosească pentru a se înfrunța.

În consecință, atunci cînd vine o vreme în care armele speciei inteligente devin atît de puternice și distrugătoare

încît depăşesc capacitatea de refacere şi reconstrucţie a acelei specii — civilizaţia se sfîrşeşte, fără discuţie.

Homo sapiens a parcurs, pare-se, tot acest drum şi se găseşte acum în situaţia în care un război nuclear global ar putea duce la sfîrşitul civilizaţiei — poate pentru totdeauna.

Chiar dacă evităm războiul termonuclear, ne-ar putea fi fatale alte efecte ale dezvoltării tehnologiei căreia i-am permis să se extindă fără a-i stabili limite raţionale şi inteligente. Creşterea demografică continuă, însoţită de scăderea rezervelor de energie şi de materii prime, ar putea duce la o perioadă de intensificare a penuriilor, care ar stîrni destulă disperare pentru a declanşa actul de disparare finală, războiul termonuclear.

Poluarea mediului poate diminua viabilitatea Pămîntului — otrăvit cu deşeuri radioactive din centralele atomice, sau cu deşeurile chimice ale fabricilor şi automobilelor, sau cu ceva banal, ca bioxidul de carbon provenit din arderea cărbunelui şi petrolului (ceea ce ar putea produce un caz galopant de efect de seră). Poate că civilizaţia ar putea evita coşmarul termonuclear fiind însă distrusă de propria-i violenţă internă, odată cu prăbuşirea normelor de civilizaţie sub presiunea exploziei demografice şi scăderii nivelului general de trai. Sîntem martorii intensificării cotidiene a terorismului.

Ei bine, să presupunem că toate acestea se petrec în orice lume. Apare civilizaţia, progresele tehnologice se accelerează pînă cînd se atinge nivelul armelor nucleare, iar apoi civilizaţia moare fie cu zgomot, fie cu un scîncet¹.

Să continuăm să ne folosim ca exemplu mediu pe noi înşine, afirmînd că pe fiecare planetă locuibilă, cu o durată potenţială totală de habitabilitate de 12 miliarde de ani, apare o specie inteligentă după 4,6 miliarde de ani, care timp de 600 000 de ani construieşte lent o civilizaţie pe care o distruge repede — aducînd, cu această ocazie, planeta într-o stare care exclude posibilitatea apariţiei unei civilizaţii ulterioare.

Întrucît 600 000 reprezintă 1/20 000 din 12 miliarde, putem împărţi cele 650 de miliarde de planete locuibile

¹ Aluzie la versul final al poemului „The Hollow Men” („Oamenii găunoşi”) aparţinînd poetului Thomas Stearns Eliot (1888—1964), vers în care lumea se sfîrşeşte nu cu o bubuitură, ci într-un scîncet. Poate că nu întîmplător „oamenii găunoşi” din versul lui Eliot sînt războinicii. — *Nota trad.*

din Galaxia noastră pentru a afla că doar 32 250 dintre ele s-ar găsi în acea perioadă de 600 000 de ani în care o specie reprezentînd echivalentul intelectual al lui *Homo sapiens* ajunge specie dominantă.

Judecînd după duratele petrecute de oameni în diferitele lor stadii de dezvoltare și considerîndu-le drept medii, putem presupune că pe 540 000 de planete locuibile există specii inteligente care, cel puțin în zonele mai avansate ale planetei, practică agricultura și trăiesc în orașe.

Pe 270 000 de planete din Galaxia noastră ființe inteligente au inventat scrisul ; pe 20 000 de planete s-a dezvoltat știința modernă ; pe 10 000 de planete s-a petrecut un fenomen echivalent cu revoluția industrială, iar pe 2 000 de planete s-a dezvoltat energia nucleară, aceste 2 000 de civilizații fiind, desigur, în pragul dispariției.

Întrucît cei 600 000 de ani de existență ai umanității se petrec pe la mijlocul existenței Soarelui și întrucît considerăm ca medie experiența umană, doar 1/20 000 dintre planetele locuibile nu sînt incluse în această perioadă, jumătate se află mai devreme, jumătate mai tîrziu. Asta înseamnă că pe aproximativ 325 000 000 dintre aceste planete nu au apărut încă specii inteligente, iar pe alte 325 000 000 de asemenea planete putem găsi doar ruinele unei civilizații. Nicăieri nu găsim o planetă a cărei civilizație să fie nu numai prezentă, ci și mult mai avansată decît a noastră.

Dacă e așa, și chiar dacă analiza noastră anterioară, care prevedea sute de milioane de civilizații în propria noastră Galaxie, este corectă, nu e de mirare că nu avem nici un semn de viață de la aceste civilizații.

Cooperare

Și totuși această analiză, deși deprimantă, nu pare să fie pe deplin convingătoare. Competitivitatea nu este singura caracteristică a ființelor umane. Există și un element de cooperare și chiar de altruism.

Dacă inteligența unei ființe umane este suficientă pentru a o face să-și amintească o jignire și să încerce să o răzbune, această inteligență îi dă și posibilitatea de a înțelege sentimentele altora, de a înțelege și a ierta. Chiar dacă are o inimă de piatră, o ființă umană poate înțelege, din pur egoism, sensul și avantajele cooperării.

La urma urmei, deși o lovitură meșteșugită poate doborî un concurent oferind posibilitatea unei cantități de hrană imposibil de achiziționat cu o clipă înainte, folosirea în comun a resurselor și talentelor în căutarea unor noi rezerve de hrană poate îmbunătăți șansele pe termen lung de a evita moartea prin înfometare.

Istoria omenirii cuprinde nenumărate exemple de devotament față de familie, prieteni, trib și chiar față de idealuri abstracte. Nenumărați oameni, bărbați și femei, au pus mai presus de orice devotamentul față de un ideal, mai presus de propriile dorințe, chiar mai presus de propria viață.

Iar dacă altruiștii au reprezentat întotdeauna o minoritate, de-a lungul întregii istorii a omenirii influența lor asupra evenimentelor a depășit cu mult numărul lor restrâns.

Chiar cea mai competitivă dintre activitățile umane, războiul, nu poate fi purtată la un nivel superior simplei încăierări, dacă nu ar exista certitudinea că soldații se vor apăra reciproc și își vor risca viața fără ezitări în favoarea camarazilor lor.

Ca rezultat, structurile politice ale omenirii (societăți în care violența este strict controlată și sever pedepsită) au crescut constant de-a lungul istoriei.

Triburile de vânători, compuse din doar câteva sute de indivizi, au fost înlocuite de comunități agricole, de oraș-stat, de imperii din ce în ce mai întinse.

Am putea crede că există o tendință naturală spre unitatea politică a întregii planete, a întregii ei populații și a întregii ei bogății.

Pe moment, lucrurile par destul de puțin probabile. Națiunile tind să considere propriile dorințe drept lege supremă, sînt gata să se războiască oricînd vor — și unele chiar vor. Mai mult, în anumite cazuri pînă și regulile specifice grupului sînt încălcate, rezultatul fiind războiul civil sau terorismul anarhic.

Și totuși, un fapt rămîne evident, apariția armamentului nuclear a micșorat dorința declanșării unui război. Nu s-a produs nici un război între marile puteri din 1945 încoace și nici un război local nu a fost lăsat să degenereze în conflict care să implice marile puteri.

Încep să fie înțelese legăturile dintre explozia demografică, poluare, penuria de materii prime și alienarea umană, privite ca pericole la scară planetară, la fel cum

începe să fie înțeleasă și necesitatea unor soluții ale acestor probleme, soluții care nu pot fi decât globale. Iată o idee în răspăr, o idee care aproape că ne face să auzim scrișnetul de frustrație al popoarelor puse în fața ener-vantei necesități de ignorare a propriilor supărări și sus-piciuni, obligate să coopereze.

Omenirea poate eșua. Forțele violenței le pot învinge pe cele ale cooperării ; poate că a durat prea mult, poate că, deși încercăm să cooperăm, din toată inima, așteptarea prea lungă ne-a făcut să trecem de momentul în care am fi putut preveni prăbușirea civilizației noastre, victimă a con-flictelor interioare. Dar dacă eșuăm, nu vom eșua înevi-tabil și fără a rezista, vom lupta cu eșecul.

Va fi o luptă strânsă. Ne vom prăbuși poate la un pas de succes. Vom supraviețui poate după suferințe neînchi-puite.

Putem deduce (folosind din nou principiul mediocri-tății) că supraviețuirea are șanse minime în cazul oricărei civilizații. Accidentele imprevizibile ale istoriei, propriul temperament, poate propria structură biologică pot oferi unei civilizații șanse superioare sau inferioare celei pe care o avem.

Dacă am considera cazul nostru ca punct de echilibru al situației, punct de echilibru în sensul unor șanse egale de eșec sau supraviețuire, putem presupune că jumătate dintre civilizațiile stabilite în Galaxia noastră se află în fața unei crize similare, criză căreia îi vor supraviețui.

Fără îndoială că actuala criză nu este singura criză majoră cu care poate fi confruntată o civilizație. Pot apare alte pericole — o supernovă poate exploda la câțiva ani-lumină afectînd ireparabil potențialul genetic al civilizației. Se poate produce o ciocnire a planetei cu un asteroid. Steaua în jurul căreia se rotește planeta poate deveni instabilă ca activitate radiantă.

Pericolele pot veni și din interior, numai că acest gen de pericole nu poate fi prevăzut cu ușurință întrucît noi nu am ajuns la stadiul de civilizație în care riscăm să le întîlnim. Să presupunem că există o civilizație care și-a rezolvat problemele și care a ajuns într-o fază de sigu-ranță constantă — o astfel de civilizație s-ar putea distruge din pură plictiseală.

Poate că, mai curînd sau mai tîrziu, orice civilizație se distruge, indiferent de numărul problemelor pe care a reușit să le rezolve.

Care ar fi, în acest caz, durata medie de viață a unei civilizații ?

Iată o întrebare la care nu putem găsi un răspuns logic, o întrebare al cărei răspuns nu-l putem nici măcar ghici. Nu știm și nu avem cum să știm.

Faptul că nu am fost nicicând vizitați de vreo civilizație avansată ne-ar putea face să credem că durata de viață a unei civilizații *trebuie* să fie redusă.

Ar fi însă bine, înainte de a ajunge la această concluzie descurajantă, să presupunem că o civilizație poate exista multă vreme și să căutăm motive raționale care să ne explice de ce nu am primit pînă acum nici o veste de la verii noștri intelectuali aflați pe lîngă stelele îndepărtate. Dacă nu găsim nici un motiv, chiar nici unul, care să ne explice tăcerea lor, vom fi obligați să ne reîntoarcem la ipoteza civilizației efemere.

În căutarea răspunsului să presupunem că o civilizație are o durată medie de viață de un milion de ani, mai mult sau mai puțin. De ce un milion de ani ? Fiindcă este o cifră rotundă, care sună bine și care este destul de mare din punct de vedere uman și destul de mică din punct de vedere planetary.

Mai mult, putem presupune, așa cum am făcut și eu, că sfîrșitul unei civilizații este definitiv, că niciodată nu va mai apare o civilizație pe planeta cu pricina ?

Poate că nu. Chiar dacă omenirea reușește să arunce totul în aer și să contamineze radioactiv pămîntul, apa și aerul, radioactivitatea va dispărea cu timpul. Unele forme de viață vor supraviețui. După milioane de ani Pămîntul se va vindeca, iar procesele geologice vor reconstitui resursele naturale, în timp ce procesele evolutive vor răs-pîndi din nou forme de viață noi și înfloritoare. În cele din urmă va apare o nouă specie inteligentă care va crea o nouă civilizație.

Toate acestea ar putea fi perfect valabile în cazul unei societăți umane longevive, care și-ar termina existența nu într-un mod violent, ci într-un mod care să fie echivalent cu bătrînețea fizică.

Am putea atunci presupune că, după un miliard de ani, ar apare o a doua civilizație, care și-ar trăi și ea viața medie de un milion de ani. Pe scurt, am putea presupune existența unor civilizații din generația a doua, din generația a treia, și așa mai departe, pînă poate la a zecea ge-

nerație, înainte ca steaua planetei să părăsească secvența principală.

Nu avem dovezi în sprijinul acestei supoziții. Aici, pe Pământ, pare să nu existe nici o îndoială în privința faptului că civilizația noastră aparține primei generații. Nu există semnele vreunei civilizații anterioare, pre-umane¹, și ceea ce știm despre evoluția vieții pe planeta noastră nu ne îndreptățește să credem că vreo specie pre-umană ar fi putut clădi o civilizație.

Totuși intuiția ne conduce spre posibilitatea unei succesiuni a generațiilor de civilizații. Poate chiar că o civilizație muribundă își asigură succesiunea operînd prin inginerie genetică o specie aproape inteligentă sau creînd o inteligență artificială.

Ținînd seama de numărul total de civilizații succesive care ar putea exista pe o planetă, putem presupune că durată totală a civilizației pe acea planetă, în timp ce steaua sistemului planetar se mai află încă în secvența principală, este de aproximativ 10 000 000 de ani.

Iată o apreciere destul de conservatoare. Sensul ei este că pe o planetă precum Pământul civilizația ar fi prezentă doar 1/740-a parte din timpul habitabilității planetei, socotind durată aceasta ca începînd cu apariția primei civilizații. Asta înseamnă că din 576 000 de stele doar una singură luminează o civilizație prezentă.

Să ne amintim rezultatul unui calcul anterior, care afirma că au apărut pînă acum 390 000 000 de civilizații, ceea ce ne va conduce la o a treisprezecea cifră :

13) Numărul de planete din Galaxia noastră pe care există în prezent o civilizație tehnologică = 530 000.

Explorare

Chiar dacă ținem seama de mortalitatea civilizațiilor, rămînem cu peste jumătate de milion de civilizații active în propria noastră Galaxie. Trebuie deci să ne punem din nou întrebarea : unde or fi oare ?

Cu toate acestea, cu tot numărul de peste jumătate de milion de civilizații avansate în propria noastră Galaxie,

¹ Chiar dacă acceptăm povești de genul celei cu Atlantida, avem de-a face doar cu o versiune cu puțin anterioară civilizației umane.

nu trebuie să nutrim speranțe exagerate în legătură cu eventuala lor vecinătate. Ele nu sînt chiar vecinii de alături.

Aici, la periferia Galaxiei (unde am hotărît că trebuie să existe civilizație), distanța dintre două stele învecinate care nu sînt legate gravitațional într-un sistem multiplu de stele este de aproximativ 7,6 ani-lumină,

Dacă din 570 000 de stele doar una luminează o civilizație avansată activă, distanța medie dintre două civilizații este de 7,6 ani-lumină de înmulțit cu rădăcina cubică a cifrei 570 000. Rezultatul reprezintă aproximativ 630 de ani-lumină.

E o distanță foarte mare, și poate că dintre toate motivele cu care am încercat să explic lipsa vizitelor reprezentanților unei alte civilizații, acesta, imposibilitatea de a acoperi asemenea distanțe, este cel mai convingător¹. Poate că fiecare civilizație, oricît de avansată ar fi, este izolată în propriul ei sistem planetar, ceea ce exclude posibilitatea vizitelor reciproce.

Cu toate acestea, călătoriile interstelare ar putea fi dificile numai la nivelul nostru tehnologic actual. Acum o sută de ani o debarcare pe Lună părea o întreprindere imposibil de realizat, avioanele cu reacție și televiziunea păreau fantezii. Și totuși ele sînt atît de banale astăzi încît nu ne mai surprind.

Peste încă o sută de ani, sau peste încă o mie de ani, în perspectiva de un milion de ani de existență a civilizației noastre, călătoriile interstelare ar putea deveni oare simple și banale ?

Vom discuta mai tîrziu argumentele pro și contra ; pe moment, să presupunem că pentru jumătatea de milion de civilizații din Galaxie călătoriile interstelare reprezintă o realitate, iar călătoriile de la un sistem planetar la alt sistem planetar nu pun nici un fel de probleme. Dacă e așa, de ce nu ne-au vizitat ?

S-ar putea oare ca pătrunderea în spațiu a civilizațiilor să ducă la conflicte ? Chiar dacă fiecare civilizație ar ajunge la o unitate politică planetară pentru a fi capabilă să pătrundă în spațiul cosmic, nu s-ar putea oare să existe războaie ale lumilor ?

Dacă sîntem predispuși spre dramatizare ne putem imagina civilizații care seucid una pe alta cu ajutorul

¹ Dificultățile călătoriilor interstelare vor fi discutate pe larg în capitolul următor.

unor arme care fac să explodeze planete întregi sau care fac stelele să iasă din secvența principală.

Toate astea nu-mi sună bine. Civilizațiile care au reușit să suprimă violența pe propriile lor planete au aflat care este prețul păcii. Ele nu l-ar uita cu ușurință odată plecate de pe planeta lor.

Este de altminteri puțin probabil ca lupta dintre diverse civilizații să aibă parteneri de forțe foarte apropiate, precum pisicile din Kilkenny¹, astfel încât să ducă la exterminarea reciprocă și totală a civilizațiilor. Cele mai avansate ar putea învinge și domina zone din ce în ce mai întinse ale Galaxiei. Poate chiar că civilizațiile mai vechi, puse pe clădit imperii, ar putea ocupa zeci, sute, mii de planete locuibile înainte ca pe acestea să se dezvolte civilizații autohtone, civilizații ratate din cauza cuceririi trupelor imperiului galactic.

Pe o jumătate de milion de lumi pot exista civilizații, numai că s-ar putea ca aceste civilizații să aparțină unuia din zecile de „națiuni galactice“ diferite care trăiesc într-o pace precară. Poate că cele mai vechi sau cele mai puternice civilizații au reușit să cucerească toate lumile — oprind dezvoltarea unor civilizații incipiente, distrugând sau înrobind civilizațiile stabilite, formând un „Imperiu galactic“.

În cazul acesta, de ce nu ne-au oprit pe noi în dezvoltare, de ce nu ne-au ocupat, de ce nu ne-au înrobît, de ce nu ne-au distrus? Unde sînt monștrii Imperiului galactic?

Poate că se apropie. Galaxia e atît de mare, încît poate că nu au ajuns pînă la noi.

Puțin probabil. Galaxia s-a format în urmă cu 15 miliarde de ani. Stelele de mari dimensiuni nu strălucesc prea multe milioane de ani înainte de a exploda, astfel că, pe vremea în care Galaxia împlinise un miliard de ani, trebuie să fi existat o mulțime de stele din generația a II-a, asemănătoare cu Soarele, la periferia Galaxiei. Să mai adăugăm încă patru miliarde de ani, necesari dezvoltării civilizațiilor, și ajungem la concluzia că unele civilizații au cucerit spațiul și continuă să-l cucerească încă de acum zece miliarde de ani.

¹ Aluzie la o poezioară pentru copii în care un mare număr de pisici violente din Kilkenny luptă pînă la exterminarea reciprocă și totală. — *Nota trad.*

Galaxia are o circumferință de aproximativ 315 000 de ani-lumină, astfel că o traversare pe linia antipozilor, efectuată poate chiar pe ruta cea mai lungă, pe la margini, va dura doar ceva mai mult de 150 000 de ani, la viteza luminii. Asta înseamnă că o civilizație în expansiune ar trebui să călătorească (în medie) în fiecare an pe o distanță egală cu cea de la Pământ la Soare, nu mai mult, pentru a face ocolul Galaxiei în zece miliarde de ani.

Și asta e valabil pentru o singură civilizație ; pe măsură ce se adaugă și altele, ritmul colonizării se intensifică în raport cu creșterea numărului de nuclee de colonizare. Chiar dacă ar călători cu viteze modeste, exploratorii galactici ar fi reușit pînă acum să viziteze fiecare colț locuibil al Galaxiei — cu condiția să se fi inventat vehicule adecvate pentru călătoriile interstelare.

Ei bine, atunci de ce nu au ajuns și aici ?

Oare ne-au scăpat din vedere, nu ne-au observat în mulțimea de stele ?

Puțin probabil. Soarele nostru este, bineînțeles, o stea precum Soarele, și nu cred că în zece miliarde de ani de explorare o astfel de stea din Galaxie să fi scăpat neobservată.

Dacă putem considera călătoriile interstelare drept realizabile trebuia să fi fost și noi vizitați ; întrucît Pământul nu a fost invadat, iar civilizația noastră independentă nu a fost nicidecum afectată, ne vine greu să credem că pe aici au trecut imperialiștii galactici.

Civilizațiile în expansiune ar putea fi benigne. Ele ar putea, în principiu, să permită dezvoltarea independentă a vieții pe orice planetă locuibilă. Ele ar putea, în principiu, să-și construiască baze și să caute resurse naturale doar în sistemele planetare lipsite de planete locuibile, folosind lumi asemănătoare cu Marte sau cu Luna.

Poate că diferite civilizații au format o Federație galactică care a și luat sub tutelă sistemul nostru planetar pînă la data la care civilizația locală va ajunge la un stadiu de dezvoltare compatibil cu calitatea de membru al federației.

Poate că sîntem observați de nave interstelare, cine știe ? Astronomul austriac Thomas Gold (n. 1920) a sugerat, în glumă probabil, că primele nave de cercetare au debarcat pe Pământ pe vremea cînd acesta era o planetă

nouă și încă sterilă, iar din conținutul bacterian al gunoaielor rămase în urma navelor a început viața pe Pământ. Iată un fel de reîncarnare a clasicei idei a însămînțării Pământului cu spori extraterestri, idee lansată de Arrhenius.

Să fie oare posibile toate acestea ? Ne putem imagina civilizații care se ocupă de alte civilizații și nu le „ocupă” ?

Poate că jumătate de milion de civilizații ar studia Universul în jumătate de milion de moduri diferite, ar produce o jumătate de milion de diferite culturi, o jumătate de milion de direcții ale dezvoltării științei, o jumătate de milion de diferite arte și literaturi, de moduri de comunicare și înțelegere, de distracții. Unele ar putea fi capabile de emisie și recepție, de depășirea distanței care separă speciile inteligente, și, oricât de mici și de scurte ar fi mesajele transmise sau recepționate, ele ar face mai bună și mai înțeleaptă orice specie inteligentă. De fapt, o astfel de „polenizare încrucișată” a culturilor ar putea mări speranța de supraviețuire a tuturor civilizațiilor participante.

Vizite

Dacă civilizații extraterestre au vizitat Pământul, lăsându-l, din principiu, să se dezvolte liber și nestingherit, ar fi putut oare avea loc aceste vizite în urmă cu destul de puțină vreme pentru a fi cunoscute de către ființele umane ?

La urma urmei, în toate culturile există povești despre ființe cu puteri supranaturale care au creat oamenii, le-au călăuzit pașii în vremurile de demult, le-au oferit primele elemente de tehnologie. Să fie oare asemenea povești cu zei născute din amintirea vagă a unor vizite făcute de extraterestri pe Pământ într-un trecut nu prea îndepărtat ? Dacă viața nu a fost plantată pe Pământ de vizitatori cosmici, să fi fost oare implantată tehnologia ? Oare extraterestrii s-au mulțumit doar să permită dezvoltarea civilizației, sau au și ajutat-o ? ¹

E o idee tulburătoare, dar nu avem nici un fel de dovezi în favoarea ei.

¹ Idee centrală a faimosului film științifico-fantastic : 2001 — O Odisee spațială.

Ființele umane nu au nevoie în nici un caz de vizitatori din spațiul cosmic care să le fi inspirat legendele. În drama istoriei umane, actori perfect reali precum Alexandru cel Mare sau Charlemagne au inspirat legende dintre cele mai complicate, abia conținând un sîmbure de adevăr.

Pînă și un personaj de roman, Sherlock Holmes, a fost blagoslovit cu viață și transformat în personaj real de milioanele de cititori din întreaga lume ; el mai constituie și astăzi subiectul a nenumărate anecdote.

Încă ceva, ideea că vreo formă de tehnologie a apărut brusc în decursul istoriei, că vreo unealtă este prea complicată pentru a fi apărut într-o epocă anume, necesitînd astfel intervenția unei culturi superioare, este profund greșită.

Aceste presupuneri dramatice au reapărut de curînd în cărțile lui Erich von Däniken. El consideră diverse monumente antice ori prea mari (precum piramidele egiptene), ori prea misterioase (precum desenele din deșertul peruvian) pentru a fi fost create de oameni.

Numai că arheologii, de exemplu, sînt perfect convinși că piramidele puteau fi foarte bine construite folosindu-se exclusiv tehnica disponibilă în anul 2500 î.e.n., completată de inteligența și de forța umană. Ar fi o greșală să credem că strămoșii noștri nu erau tot atît de inteligenți ca și noi. Tehnologia lor era primitivă, dar mintea lor în nici un caz.

Toate misterele lui von Däniken, toate bănuielile lui legate de influențe extraterestre pot fi explicate mult mai convingător, mult mai pămîntește, de către arheologi.

În concluzie, deși putem concepe liniștiți vizitarea Pămîntului de către reprezentanți ai unor civilizații extraterestre, chiar într-un trecut nu prea îndepărtat, nu avem nici o dovadă acceptabilă în favoarea acestei supoziții; iar dovezile produse la comandă de diverși entuziaști sînt lipsite de orice valoare.

Nici măcar vizitele paleoastronauților nu reprezintă un maximum al sugestiei dramatice. Se afirmă la nesfîrșit că Pămîntul este vizitat și *acum* de reprezentanți ai unor civilizații extraterestre.

Asemenea afirmații se bazează pe observarea unui obiect inexplicabil pentru observatori și pe care ei (sau alteineva în numele lor) îl explică ca fiind o navă interstelară — de multe ori folosind ca unică explicație întrebarea : „Dar

ce altceva ar putea fi?", de parcă propria lor ignoranță ar fi hotărîtoare.

De cîtă vreme există oameni, ei trăiesc întîmplări inexplicabile. Cu cît un om este mai educat, mai experimentat, cu atît mai mari sînt șansele sale de a se întîlni cu inexplicabilul, pe care să-l privească ca pe o posibilitate interesantă ce trebuie examinată la rece fără a trage concluzii pripite. Regula constă în căutarea celei mai simple și mai obișnuite explicații care se potrivește cu faptele, făcînd apel la explicații complexe și neobișnuite numai atunci cînd nu există altă soluție. Iar dacă nu se ajunge la nici o explicație plauzibilă, lucrurile trebuie lăsate în pace — observatorul educat știe să supraviețuiască nesiguranței.

Oamenii mai puțin educați, cu o experiență limitată, suportă mai greu enigmele și caută soluții, uneori făcînd apel la informații vagi, cu condiția ca acestea să le satisfacă nevoia fundamentală de spectaculos și senzațional.

Lumini sau sunete misterioase percepute de oamenii care trăiesc într-o societate în care se crede în îngeri și diavoli vor fi întotdeauna interpretate ca reprezentări ale îngerilor sau diavolilor, sau ale spiritelor morților etc.

În secolul al XIX-lea asemenea lumini și sunete erau uneori descrise ca fiind nave aeriene. După cel de-al doilea război mondial, atunci cînd cuvîntul „rachetă“ a început să circule în rîndurile publicului larg, ele au devenit nave spațiale.

Așa s-a declanșat nebunia modernă a „farfuriilor zburătoare“ (conform unei descrieri din 1947) sau, cum li se spune ceva mai rezonabil astăzi, „obiecte zburătoare neidentificate“, pe scurt O.Z.N.-uri.

Existența obiectelor zburătoare neidentificate nu poate fi pusă la îndoială. Cine vede luminile de poziție ale unui avion și n-a mai văzut niciodată astfel de lumini, a văzut un O.Z.N. Cine vede planeta Venus deformată de apropierea orizontului sau de ceață și o confundă cu un obiect mai apropiat, a văzut un O.Z.N.

În fiecare an sînt văzute mii de O.Z.N.-uri. Multe știri cu acest subiect sînt păcăleli; multe reale, dar explicabile într-un mod mult mai prozaic. Foarte puține sînt corecte și într-adevăr misterioase. Ce e cu acestea?

Adevăratele observații misterioase constau de fapt în observații al căror mister provine dintr-o lipsă de informație. Cîtă informație poate culege cel care vede un lucru

de neînțeles, pe neașteptate și doar timp de câteva clipe, și care este tulburat sau speriat de întâmplare ?

Entuziaștii consideră aceste observații misterioase drept mărturii ale prezenței navelor spațiale extraterestre. Ei iau în considerare și observații care nu sînt în nici un caz misterioase, ci simple păcăleli sau erori evidente, tot drept dovezi de existență a navelor spațiale extraterestre. Unii entuziaști susțin chiar că au ajuns la bordul unor asemenea nave.

Nu avem nici un motiv să credem că vreun O.Z.N. ar fi o navă spațială extraterestră. O navă spațială extraterestră nu e de neconceput, și s-ar putea ca una să apară chiar mîine, iar noi va trebui s-o acceptăm ca atare. Deocamdată însă nu există dovezi acceptabile ale prezenței lor.

Observațiile cele mai corecte și mai demne de crezare despre O.Z.N.-uri se referă doar la lumini misterioase. Cu cît devin mai dramatice, cu atît mai puțin demne de crezare sînt rapoartele observațiilor, iar toate descrierile de „întîlniri apropiate de gradul II sau III” par a fi simple ineptii.

Toți extratereștrii descriși în astfel de povești au o formă aproximativ omenească, fapt atît de puțin probabil, încît poate fi ignorat cu ușurință. Descrierile de nave și de aparatură științifică extraterestră trădează de obicei o bună cunoaștere a filmelor științifico-fantastice de mîna a două și o foarte modestă încărcătură de cunoștințe științifice reale.

Pe scurt, dacă sîntem de acord cu posibilitatea călătoriilor interstelare, trebuie să ajungem la supoziția că Pămîntul este vizitat sau a fost vizitat, este ajutat sau cel puțin lăsat în pace de o Federație de civilizații binevoitoare.

Poate, numai că nimic din toate astea nu sună prea convingător. Ar fi mai prudent să presupunem că nu e nici ușor, nici practic să călătorești printre stele.

Concluzia finală la care pot ajunge la sfîrșitul raționamentului cuprins în acest capitol este că există civilizații extraterestre, probabil în număr mare, dar noi nu am fost vizitați de reprezentanții lor, probabil fiindcă distanțele interstelare sînt prea mari pentru a fi străbătute.

Capitolul II

EXPLORAREA SPAȚIULUI

Viitoarele destinații

Dacă soluția pentru paradoxul existenței unui mare număr de civilizații într-un Univers în care, după toate aparențele, sîntem singuri, constă în presupusa dificultate a explorării spațiului, nu ne mai rămîne altceva de făcut decît să analizăm în mod serios această problemă.

Oamenii au reușit să plaseze pe o orbită terestră primul obiect artificial în ziua de 4 octombrie 1957¹, deschizînd astfel „Epoca spațială”. Cu puțină vreme înaintea celei de-a douăsprezecea aniversări a epocii spațiale, primii oameni păseau pe Lună. E un început promițător. Acum putem merge mai departe.

Într-un fel, am și pornit. Instrumente științifice au fost debarcate lin pe suprafețele planetelor Venus și Marte, de unde ne-au sosit pe Pămînt fotografii și alte informații. Sonde automate au trecut, fără a debarca, prin apropierea planetelor Mercur și Jupiter, trimițîndu-ne informații referitoare la suprafețele acestora. În momentul în care scriu acest capitol, alte sonde spațiale se îndreaptă spre Saturn, spre profunzimile sistemului solar.

Deocamdată, pătrunderea instrumentelor omenești, fără participarea directă a ființelor umane, în adîncurile spațiului nu este la fel de impresionantă ca explorările clasice. Ar putea oare oamenii, spre deosebire de uneltele științei lor, să locuiască pe lumile situate dincolo de Lună?

Din păcate, Luna nu constituie un început fericit. E prea aproape de Pămînt și ne umple de încredere în viitor,

¹ Este vorba de satelitul artificial lansat de pe cosmodromul Baikonur (U.R.S.S.), urmat la puțină vreme de sateliții sovietici din seriile Sputnik și Cosmos. — *Nota trad.*

ne ispitește să nu ținem seama de distanțele pe care le implică explorarea spațiului.

La urma urmei, Luna se află atât de aproape de Pământ, încât drumul nu durează decât trei zile ; lui Columb i-au trebuit șapte săptămîni pentru a traversa Atlanticul.

Cucerirea Lunii nu reprezintă aproape nimic în îndelungatul proces al cuceririi adevăratei imensități a spațiului. De fapt, nici măcar nu am părăsit Pământul — Luna este la fel de înrobîtă gravitației terestre ca mărul de pe creangă, fapt observat în urmă cu trei secole de Isaac Newton.

Există mici corpuri cerești care uneori se apropie pînă la numai cîteva milioane de kilometri de Pământ, asteroizi sau comete care ajung la o distanță de 10 pînă la 50 de ori mai mare decât cea la care se găsește Luna. Planeta Venus este însă singurul corp ceresc de dimensiuni rezonabile ceva mai apropiat.

Chiar atunci cînd se află în momentul apropierii maxime față de Pământ, Venus este la o distanță de 40 000 000 de kilometri în linie dreaptă, de 105 ori mai departe decât Luna.

Nu-i putem cere unei nave spațiale să se deplaseze în linie dreaptă, pe o scurtătură dintre orbitele planetelor. Cea mai economică rută a unei nave spațiale constă într-o orbită eliptică proprie care începe pe Pământ și intersectează orbita lui Venus chiar atunci cînd planeta se apropie de punctul de intersecție.

Sondele automate trimise spre Venus au avut nevoie de șapte luni pentru a parcurge drumul. Numai că aceste sonde automate capătă o singură accelerație inițială, la lansare, fiind lăsate apoi în voia inerției. Timpul nu contează pentru un obiect neînsuflețit.

În cazul unei nave cu echipaj uman, timpul *contează*. Călătoria trebuie să dureze cît mai puțin, deci e nevoie de viteze cît mai mari.

De multe ori oamenii au reșit să micșoreze distanțele, mărind vitezele. Am mai spus că astronautii au nevoie doar de trei zile pentru a ajunge pe Lună, în timp ce Columb a avut nevoie de șapte săptămîni pentru a traversa Atlanticul, în pofida faptului că Luna se găsește la o distanță care reprezintă de 80 de ori lățimea oceanului Atlantic.

Numai că astronautii călătoresc cu o viteză medie de 1 300 de ori mai mare decât Columb. Înmulțiți această

viteză cu 70 și vă vor fi suficiente trei zile pentru a ajunge pe Venus.

Viteza necesară s-ar putea obține imprimând rachetei o accelerație de 70 de ori mai mare decât cea a rachetei folosite pentru zborul în Lună, utilizând motoare cu reacție cu o forță de tracțiune de 70 de ori mai mare. Dar chiar dacă construim motoare atât de mari și de puternice, chiar dacă sîntem dispuși să consumăm atîta combustibil, rămîne de rezolvat o altă problemă — organismul uman poate rezista numai la accelerații relativ reduse. Acclerația necesară pentru a lansa spre Venus o navă care să atingă viteze suficiente pentru a scurta călătoria i-ar ucide pe astronauți într-o clipă.

Există și o altă posibilitate, folosirea la lansare a unei accelerații comparabile cu cea folosită la lansarea unei rachete spre Lună, urmată de accelerații suportabile care să dureze relativ mult. În acest fel nava va atinge viteze din ce în ce mai mari pînă la jumătatea drumului. În acel punct motoarele rachetei ar fi orientate în altă direcție și o frînare lentă ar reduce viteza navei în vederea întîlnirii cu Venus.

E nevoie de timp pentru accelerație și frînare, astfel încît toată călătoria ar dura mult mai mult decât trei zile. Mai rău, accelerația și frînarea cer consum de energie și am putea stabili drept regulă generală faptul că scăderea timpului necesar unei călătorii implică o creștere a consumului de energie. (De exemplu, dacă astronauții se deplasează cu o viteză medie de 1 300 de ori mai mare decât cea atinsă de Columb, consumul lor total de energie va fi cu mult mai mare decât de 1 300 de ori cel al lui Columb.)

Nu cunoaștem nici un mod de a despărți duratele de consumul de energie ; presupunînd că interpretăm corect legile naturii, nici nu există o asemenea posibilitate. Ținînd seama de limitele rezistenței organismului uman la accelerații, ca și de nevoile economice implicate de consumul de energie, putem crede că primul zbor pilotat spre Venus (dacă acesta va avea loc) va dura cel puțin patru luni.

Oamenii au locuit în spațiu atîta vreme, numai că au făcut-o în stații spațiale, precum Skylab, în imediata apropiere a Pămîntului, o misiune de salvare fiind oricînd posibilă. Să petreci însă 120 de zile în spațiu, înghesuit într-o navă cosmică, clipă de clipă mai departe de casă, ar putea fi riscant din punct de vedere psihologic.

Mai rău, sosirea la destinație, în apropierea planetei Venus, nu ar aduce nici o șansă de debarcare, ținând seama de temperaturile extrem de ridicate care domnesc pe suprafața venusiană. Orice explorare a acestei suprafețe va trebui să fie efectuată de sonde automate, lansate din nava spațială care va rămîne pe o orbită în jurul lui Venus, pornind mai apoi într-o nouă călătorie de patru luni, de data aceasta din nou spre Pămînt.

Intrucît explorarea suprafeței venusiene trebuie neapărat să fie efectuată de o sondă spațială automată, această sondă ar putea foarte bine să facă tot drumul, așa cum s-a și întîmplat de cîteva ori pînă acum. Avantajele lansării sondei automate de la bordul unei nave cu echipaj uman, ca și recepția semnalelor emise de sondă de către piloții navei nu ar putea justifica experiența traumatizantă reprezentată de o ședere continuă de opt luni în spațiul cosmic.

Mercur, planeta cea mai apropiată de Soare, se află și mai departe de noi decît Venus. Ea nu se apropie niciodată la mai puțin de 30 000 000 de kilometri, de două ori mai departe decît Venus în momentul apropierii maxime.

Mercur le-ar oferi măcar o șansă de debarcare astronauților de cursă lungă, fiindcă ni-i putem imagina coborînd pe partea întunecată a planetei, explorînd timp de cîteva săptămîni suprafața și decolînd înainte ca răsăritul Soarelui să-i oblige s-o facă.

Zborul spre Mercur i-ar duce însă pe astronauți cam prea aproape de Soare, la doar 65 000 000 de kilometri. Radiația solară este de patru ori mai intensă în acea zonă decît în vecinătatea Pămîntului. Avantajele unui zbor pilotat spre Mercur în comparație cu o sondă automată sînt minime, dacă ținem seama de riscul expunerii la radiația mai intensă, risc care ar putea fi prea mare.

Dacă o călătorie în direcția Soarelui nu ne oferă o destinație adecvată, ce-ar fi să ne gîndim la o călătorie în direcția opusă ?

Ei bine, în direcția opusă Soarelui, planeta cea mai apropiată de Pămînt este, bineînțeles, Marte. În momentul apropierii maxime, Marte se află cam la 58 000 000 de kilometri de Terra, adică mai aproape decît orice altă planetă, cu excepția lui Venus. Călătoria spre Marte înseamnă și o scădere continuă a intensității radiației solare ; Marte este și o lume relativ rece, care poate fi explorată oricîtă vreme, chiar dacă Soarele strălucește pe

ter (cu condiția unei protecții adecvate împotriva radiației ultraviolete a Soarelui, protecție pe care atmosfera rarefiată a planetei Marte nu o poate asigura).

În orice caz, drumul dus-întors spre Marte va dura ceva mai mult decât un an terestru. Deși călătoria va fi întreruptă o bucată de vreme de debarcarea pe o planetă care are calitatea de a fi, printre toate planetele sistemului solar, doar cu ceva mai puțin confortabilă decât Pământul, sarcina echipajului ar putea reprezenta o exploatare maximă a rezistenței umane.

Și dincolo de Marte ? Pentru a ajunge la asteroizii mai mari sau la sateliții planetelor gigantice e nevoie să parcurgem distanțe mult mai mari, călătoriile ar putea dura ani sau chiar decenii întregi, și nu vorbim de data aceasta despre călătorii dus-întors. Pe moment, zboruri pilotate care să dureze atîta amar de vreme nu par posibile.

Dincolo de Lună deci, Marte rămîne singura destinație destul de importantă, dar și el reprezintă o posibilitate destul de îndepărtată.

Așezări în spațiu

Primele noastre succese în spațiu nu sînt deci de o mare importanță practică. Vom rămîne probabil, în viitorul apropiat, tot în limitele sistemului Pământ—Lună.

Afirmația poate fi valabilă doar fiindcă am plecat de la presupunerea că Pământul însuși va reprezenta baza viitoarelor explorări spațiale. Există oare o alternativă ?

Dacă ne menținem în limitele sistemului Pământ—Lună, s-ar părea că Luna reprezintă singura alternativă. Să presupunem că am reuși să construim o bază spațială complexă pe Lună, o bază unde să putem construi nave spațiale, unde să avem rezerve de combustibil. Atracția gravitațională a Lunii, și implicit viteza necesară depășirii acestei atracții, sînt mult mai mici decât cele caracteristice Pământului, astfel că o lansare de pe Lună ar reprezenta o cheltuială de energie mult mai mică decât o lansare de pe Pământ. Economia de energie realizată astfel ar permite accelerații și frînări mai intense și mai lungi, scurtînd astfel durata totală a unui zbor spațial. Numai că zborul nu ar ajunge să dureze destul de puțin pentru a face călătoriile în spațiu o realizare cu adevărat practică.

Așteptați o clipă. Fiindcă noi, ca toate celelalte forme de viață pe care le cunoaștem, trăim pe suprafața unei planete, avem tendința să considerăm normală această situație și anormală orice altă situație. În 1974, fizicianul american Gerard Kitchen O'Neill (n. 1927) a sugerat o alternativă originală, așezări omenesti în spațiul cosmic. Nu era o idee cu totul nouă; ea fusese folosită de multe ori în proza științifico-fantastică, dar era prima oară când ideea era îmbrăcată cu haina amănunțelor exacte.

O'Neill a sugerat două locuri adecvate pentru bazele spațiale ale omenirii, locuri aflate la aceeași distanță de Pământ ca și Luna.

Imaginați-vă Luna la zenit, exact deasupra noastră. Trageți o linie pe cer, spre est, linie care să unească Luna cu orizontul. La două treimi din lungimea liniei, dacă o privim dinspre Lună, la o treime din lungimea liniei, dacă o privim dinspre orizont, la o distanță egală cu distanța pînă la Lună, se găsește primul dintre aceste locuri. Trageți o altă linie, de data aceasta spre vest, de la Lună pînă la orizont. La două treimi din lungimea liniei, dacă o privim dinspre Lună, la o treime din lungimea liniei, dacă o privim dinspre orizont, la o distanță egală cu distanța pînă la Lună, se găsește cel de-al doilea loc.

Un obiect situat într-unul din cele două puncte va forma virful unui triunghi echilateral ale cărui unghiuri vor mai fi marcate de Pământ și de Lună. Obiectul se va găsi la 384 400 de kilometri atît în raport cu Luna, cît și cu Pământul. În fiecare din cele două puncte menționate, obiectul situat într-unul dintre ele se va găsi la aceeași distanță atît față de Lună, cît și față de Pământ.

Ce calitate deosebită au aceste puncte? În 1772, astronomul Joseph-Louis Lagrange (1736—1813) a demonstrat că un obiect relativ mic ca dimensiuni plasat într-unul din cele două puncte va rămîne aproape staționar în raport cu Luna. În timp ce Luna execută o mișcare de revoluție în jurul Pământului, orice obiect relativ mic plasat într-unul din cele două puncte va efectua și el o mișcare de revoluție în jurul Pământului, ținînd pasul cu Luna. Concurența dintre atracțiile gravitaționale ale Pământului și Lunii îl va menține în aceeași poziție.

Dacă micul obiect pomenit nu ar fi plasat exact într-unul din puncte, el ar avea o ușoară mișcare de oscilație („librație“) în raport cu punctul. Cele două puncte din

spațiu poartă numele de puncte Lagrange sau puncte de librație.

Lagrange a descoperit nu mai puțin de cinci asemenea puncte, dar trei dintre ele nu prezintă importanță practică întrucât situația lor este instabilă. Un obiect nu și-ar putea păstra starea de repaus relativ în raport cu Luna decât dacă s-ar afla situat exact într- unul din aceste puncte. Orice deplasare în raport cu punctul, fie ea mică, ar face obiectul să intre în derivă pentru totdeauna. Cele două puncte în care un obiect își menține stabilitatea (cu excepția librației) sînt punctele care formează triunghiuri echilaterale atât cu Luna, cît și cu Pămîntul. Punctul dinspre orizontul estic se numește L4, iar cel dinspre orizontul vestic L5.

O'Neill a propus exploatarea acestui fenomen de stabilitate gravitațională prin amplasarea unor așezări umane în spațiul cosmic, în regiunile din jurul celor două puncte de librație, așezări care să devină structuri permanente în sistemul Pămînt—Lună. Așezările ar putea fi compuse din obiecte sferice, cilindrice sau toroidale, destul de mari pentru a adăposti 10 000 pînă la 10 000 000 de oameni.

Oamenii ar putea trăi pe suprafețele interioare ale acestor obiecte, căroro li s-ar imprima o mișcare de rotație suficient de rapidă pentru ca forța centrifugă să realizeze un efect similar atracției gravitaționale de la suprafața Pămîntului ; acest efect i-ar menține pe toți, oameni și lucruri, pe acea suprafață interioară. Pe suprafața interioară a obiectelor cosmice ar putea fi realizată o lume familiară oamenilor. S-ar aduce pămînt care să fie cultivat, iar mai apoi agricultura ar fi completată de zootehnie. Omul ar trăi acolo împreună cu tot ce a realizat, clădirile și mașinile sale.

Materialele folosite vor fi metalul și sticla. Soarele, reflectat de uriașe oglinzi care vor însoți pe orbită așezarea umană din spațiu, va lumina interiorul ei, transformînd ceea ce altfel ar fi fost o cavernă metalică într-o lume însorită. Pătrunderea luminii va putea fi controlată cu ajutorul unor jaluzele care să permită alternanța dintre zi și noapte și care să mențină o temperatură agreabilă în interiorul așezării.

Soarele va oferi și energia necesară așezării din spațiu — energie abundentă, ușor de utilizat, nepoluantă.

Așezările mai mari vor conține o atmosferă destul de densă pentru a permite formarea norilor și iluzia cerului

albastru. Unele zone ale suprafeței interioare a marilor așezări vor fi modelate, căpătînd un relief muntos ; e vorba de munți adevărați, și nu de modeste coline.

Construcția unor asemenea așezări va fi, fără îndoială, o întreprindere costisitoare, dar cu mult mai puțin costisitoare decît totalul mondial actual al armamentelor. Dacă Pămîntul are intenția să supraviețuiască, el va trebui să învețe să practice o cooperare internațională din ce în ce mai intensă, armamentele vor trebui să dispară, iar efortul de a construi așezări în spațiu va putea deveni un mod constructiv de folosire a resurselor economice și umane implicate azi în domeniul războaielor și al pregătirilor de război.

Să nu uităm că progresele tehnologice vor duce la scăderea costului de construcție al așezărilor, scădere la care vor contribui și viitorii coloniști spațiali, dornici să-și mărească domeniul, gata să construiască cu propriile mijloace viitoarele așezări.

De unde vom lua însă materiale de construcție pentru aceste așezări în spațiu ? Planeta noastră, care geme sub povara nevoilor omenirii, care se apropie de epuizarea resurselor naturale, nu și-ar putea permite să ofere imensele cantități de materiale necesare construcției. Ar fi nevoie de milioane sau de sute de milioane de tone de materiale de construcții pentru fiecare așezare.

Din fericire, avem la îndemînă Luna, o lume moartă, nelocuită, ale cărei „drepturi“ nu ne afectează cîtusi de puțin. Luna ne-ar putea oferi aluminiu, fier, titaniu, sticlă, ciment și alte substanțe necesare construcției coloniei. Pe suprafața interioară ar putea fi împrăștiat sol lunar. Și nu numai că există cantități suficiente de materie lunară, dar transportul ei de pe Lună ar necesita doar 1/20 din efortul necesar transportului de pe Pămînt, datorită atracției gravitaționale mult mai modeste a Lunii. Prelucrarea metalelor și alte procese industriale ar putea avea loc chiar în spațiul cosmic.

Ce-i drept, materia lunară nu corespunde exact necesităților noastre. Ea este săracă în elemente volatile precum carbonul, azotul și hidrogenul, care sînt esențiale pentru așezarea din spațiu. Din fericire, există din belșug pe Pămînt asemenea substanțe, așa că vor putea fi exportate fără probleme cantitățile necesare la început. Toate resursele vor fi economisite cu multă grijă și reciclate, astfel încît aprovizionările ulterioare să se mențină în limite cît

mai reduse. În cele din urmă, vor fi exploatate și alte surse de materii volatile, cometele de exemplu.

Pericole și dificultăți ? Sînt, desigur.

Există posibilitatea ciocnirilor cu meteoriți, posibilitate destul de redusă, de altfel. Riscul este mai mic decît cel al cutremurelor sau erupțiilor vulcanice de pe Pămînt, care distrug și ele, uneori, așezările umane.

Radiația solară încărcată cu energie este și ea periculoasă, dar nu va reprezenta o problemă într-o așezare spațială protejată de aluminiu, sticlă și sol. Razele cosmice reprezintă un pericol mult mai mare, astfel că structura exterioară a așezării va trebui să fie proiectată într-un mod adecvat.

Încă ceva, forța centrifugă a rotației cilindrului nu va reproduce perfect gravitația terestră. Pe Pămînt, atracția gravitațională nu se modifică perceptibil odată cu îndepărtarea de suprafață. În schimb, în interiorul așezării care se rotește, forța centrifugă va scădea rapid odată cu îndepărtarea de suprafață, devenind nulă în zona axei de rotație a așezării. Nu putem ști dacă fluctuațiile atracției gravitaționale vor avea urmări grave de lungă durată asupra organismului uman ; ținînd seama însă de experiența acumulată pînă acum în zborurile cosmice, nu avem motive serioase de îngrijorare.

De ce să clădim însă astfel de așezări ? Oamenii nu obișnuiesc să se angajeze în proiecte grandioase doar de plăcere. Marele zid chinezesc a fost clădit pentru a opri năvălirile barbare. Piramidele egiptene au fost construite fiindcă religia vremii considera cultul suveranilor dispăruți drept esențial pentru bunăstarea națiunii. Catedralele medievale au fost construite întru preamărirea Domnului.

Construcția așezărilor în spațiu ar putea fi declanșată de penuria continuă a resurselor energetice, de imposibilitatea de a găsi o sursă de energie suficientă, sigură și permanentă, care să le înlocuiască pe cele tradiționale.

Utilizarea directă a luminii solare pare să reprezinte singura soluție posibilă, iar energia solară poate fi colectată mult mai ușor în spațiul cosmic decît pe suprafața Pămîntului. O centrală solară ar capta în întregime energia oferită de Soare, eliberată de efectele de blocare ale atmosferei terestre. Dacă centrala s-ar afla în planul Ecuatorului terestru, pe o orbită geosincronă, la o altitudine de peste 35 000 de kilometri, ea nu s-ar găsi în umbra

Pământului decît foarte puțină vreme, doar 20% din durată sa de funcționare.

Un număr de centrale solare în jurul Pământului, pe orbite geosincrone, ar rezolva pentru totdeauna problemele nevoilor de energie ale planetei noastre și ar putea oferi un motiv foarte serios de cooperare națiunilor de pe Pământ, nu de alta, dar aceste centrale solare ar reprezenta o soluție salvatoare pentru întreaga lume.

Dacă se ajunge la ideea necesității absolute și la efortul conjugat de construire a centralelor solare în spațiu, construcția unor așezări spațiale va deveni o realitate necesară, o soluție pentru cazarea nenumăraților muncitori care vor lucra în exploatarea miniere de pe Lună și pe șantierele centralelor solare.

Începînd cu construcția acestor centrale solare, vom asista la transformarea spațiului cosmic, care se va îmbogăți cu observatoare astronomice, laboratoare și uzine (mult mai computerizate și mai automatizate decît cele de pe Pământ) mereu mai multe pe orbite în jurul planetei noastre.

Cu cît o parte mai mare a industriei și tehnologiei umane se va ridica în spațiul cosmic, cu atît vor crește șansele Pământului de a redevni un imens parc, o uriașă fermă, de a fi din nou presărat cu regiuni de o încîntătoare sălbăticie. Ar fi și de dorit. Am putea înfrumuseța din nou Pământul fără a pierde nici una dintre cuceririle științei, fără a renunța la avantajele materiale pe care ni le oferă industria și tehnologia avansată.

Odată cu realizarea așezărilor spațiale ca parte integrantă a unui program de soluționare a nevoilor de energie ale umanității, lucru care se va întîmpla poate peste cîteva generații, vor apare și o serie de avantaje suplimentare.

Creșterea numărului de așezări spațiale va duce la creșterea numărului de lucrători cosmici care vor beneficia de un confort sporit. Peste un secol, un miliard de oameni ar putea deveni locuitori ai așezărilor spațiale, iar peste două sute de ani numărul lor îl va depăși pe cel al pămîntenilor rămași pe planeta-mamă.

Această perspectivă nu exclude necesitatea limitării exploziei demografice ; dacă ritmul actual de creștere al populației s-ar menține neschimbat, peste nouă mii de ani masa totală a ființelor umane va egala masa totală a Universului.

De fapt, e nevoie încă de pe acum de o limitare a rit-

mului de creștere al populației, nu de alta, dar, cu mult înainte de a reuși să trimitem în spațiu un miliard de oameni, populația Pământului va fi crescut cu încă 25 de miliarde de locuitori, ceea ce ar fi dezastruos. Poate că existența așezărilor în spațiu ar putea reprezenta o soluție de moment; ritmul de creștere al populației ar putea fi ceva mai lent în aceste condiții.

Pe lângă spațiul alocat oamenilor, ciorchinii de așezări spațiale în plină dezvoltare vor aduce schimbări spectaculoase în structura culturilor umane. Fiecare așezare va avea propriul mod de viață, uneori poate foarte diferit de modul de viață actual. Fiecare așezare va adopta poate stiluri și mode diferite; vestimentare, muzicale, artistice, literare, în domeniul vieții sexuale, al vieții de familie, în religie și așa mai departe. Opțiunile creatoare în general și cele legate de progresul științific în special vor fi nelimitate.

Ar putea apare chiar elemente ale modului de viață care să fie caracteristice exclusiv așezărilor din spațiu și imposibil de reprodus pe Pământ.

Alpinismul practicat în așezările spațiale mari ar oferi plăceri necunoscute pe Pământ. Fiecare metru urcat ar însemna percepția scăderii efectului forței centrifuge produse de rotația așezării, ușurând din ce în ce mai mult ascensiunea. Ar lipsi efectele dezagreabile ale rarefierii atmosferei, ca și frigul.

La sfârșitul ascensiunii, în zone rezervate, pe vîrf de munte, acolo unde efectul forței centrifuge ar fi foarte slab, oamenii ar zbura prin aer folosindu-și propria forță musculară, acționînd aripi de plastic sau atârnați de aripi zburătoare, fericiți în atmosfera densă și eliberați de atracția gravitațională.

Navigatori în spațiu

Din punctul nostru de vedere însă, așezările din spațiu ar avea o importanță esențială în altă privință, și anume: ele ar ușura explorarea sistemului solar, nu atît din punct de vedere pur fizic, cît din motive psihologice.

Gîndiți-vă...

În primul rînd, zborurile cosmice reprezintă un subiect exotic de conversație pentru pămînteni, sînt ceva care i-ar

putea duce departe de lumea în care trăiesc, lume pe care viața există de mai bine de trei miliarde de ani.

Pentru coloniștii spațiali însă, zborul în cosmos ar reprezenta cu adevărat scopul și esența vieții lor. Lumile lor au fost populate ca rezultat al zborurilor spațiale, munca lor în exploatarea miniere de pe Lună și pe stațiile cosmice ar include zborul în spațiu ca un eveniment aproape cotidian.

Între așezările spațiale s-ar putea dezvolta turismul cosmic.

Toate așezările ar prezenta practic aceeași atracție gravitațională, toate s-ar afla cam la aceeași distanță în raport cu Soarele, Pământul și Luna; în consecință, necesitățile de energie ale transportului de la o așezare la alta ar fi minime. Un fel de patinaj lent prin cosmos.

Dacă ținem seama de cheltuielile reduse de energie necesare transportului și de diferențele culturale remarcabile dintre diferitele așezări, găsim suficiente motive de interes pentru turiștii cosmici ai viitorului. Poate că în viitor toți coloniștii spațiului vor începe să călătorească în cosmos de la o vîrstă foarte fragedă, așa că zborul în spațiu nu va mai fi pentru ei un motiv de spaimă.

Chiar dacă viitorii coloniști ar dori să părăsească zona punctelor de libraj sau Luna, în cazul în care ar trăi pe Lună, nu ar fi nevoie de o accelerație inițială comparabilă ca intensitate cu cea necesară trecerii prin atmosfera Pământului și luptei cu atracția gravitațională intensă a planetei noastre. Astfel este eliminată partea cea mai puțin confortabilă a zborului în spațiu.

Chiar dacă pămîntenii, în general vorbind, ar ezita să se aventureze în spațiul cosmic, chiar dacă puțini dintre ei ar corespunde fizic și temperamental profesiei de exploratori ai spațiului, întreaga populație a așezărilor spațiale din viitor ar putea să fie compusă din asemenea exploratori.

Pentru pămînteni, condițiile de mediu din timpul zborului în spațiu reprezintă o schimbare totală față de cele cu care sînt obișnuiți. Pămîntenii s-au învățat să se agațe de suprafața exterioară a unei planete mari, s-au obișnuit cu cicluri ale hranei, aerului și apei într-un sistem atît de vast, încît trece practic neobservat, s-au adaptat unei atracții gravitaționale constante indiferent de locul în care se află.

În schimb, pentru coloniștii spațiali, zborul în spațiu

nu ar constitui o schimbare prea importantă. Ei trăiesc, de la bun început, în interiorul unei lumi, sînt familiarizați cu sistemul strict de reciclare al hranei, aerului și apei și îl cunosc, s-au obișnuit cu variațiunile atracției gravitaționale.

Pe scurt, coloniștii spațiali care ar pleca într-un zbor cosmic de lungă durată nu ar face altceva decît să se mute dintr-o navă spațială într-alta, ceva mai mică.

Toate acestea nu înseamnă că un zbor cosmic spre o anumită destinație nu va fi la fel de lung și la fel de plictisitor ; oricum, dificultățile psihologice vor fi considerabil mai mici. Un echipaj de coloniști spațiali va rezista cu mai mult stoicism înghesuiei din nava care îi poartă într-un lung zbor spre planeta Marte și va avea o eficiență superioară unui echipaj de pămînteni.

Trebuie însă să ne întrebăm ce i-ar împinge să facă toate acestea. Ce i-ar împinge pe coloniștii spațiali spre limitele sistemului solar ?

Curiozitatea umană și dorința de cunoaștere ar fi poate suficiente pentru cîte un zbor de lungă durată ; pentru o mișcare de masă e nevoie de ceva mai mult.

Să vedem ce anume este acel „ceva“.

Punctele de librație situate de o parte și de alta a Lunii reprezintă zone relativ restrînse, care s-ar putea aglomera destul de repede. Mai mult decît atît, creșterea numărului de așezări spațiale, implicit creșterea populațiilor locale, ar putea reprezenta pentru pămînteni un pericol de secătuire a resurselor de materii volatile — Pămîntul ar putea să înceapă să facă mofturi în timpul tratativelor comerciale.

Ar fi deci cazul să începem să căutăm și alt spațiu vital și noi surse de materii volatile.

Sistemul solar interior este în general sărac în materii volatile. Pe Lună și pe Mercur acestea nu există, Venus este inaccesibilă, iar Marte, deși accesibil și poate bogat în materii volatile, ar putea prezenta dificultăți juridice. Atunci cînd coloniștii spațiali vor fi gata să-și înceapă explorarea, ar putea să existe pe Marte baze spațiale cu echipaje ai căror membri ar fi, de drept, poate, proprietarii acelor materii volatile.

Am mai menționat faptul că din cînd în cînd se rătăcesc prin zona noastră comete bogate în materii volatile, numai că ele reprezintă o sursă intermitentă și nesigură

în exploatare, ceea ce ar fi de-a dreptul riscant în condițiile înmulțirii așezărilor spațiale.

Cea mai apropiată destinație adecvată extinderii spațiului vital al coloniștilor spațiului este centura de asteroizi. Miile de asteroizi le vor pune la dispoziție materiale de construcție, pe mulți dintre ei se găsesc cantități considerabile de materii volatile, iar dificultățile de exploatare vor fi mult mai mici decât pe Lună.

Poate că în secolul al XXII-lea așezările spațiale din punctele de librație vor fi considerate drept o simplă fază preliminară, iar centura de asteroizi va începe să joace rolul de zonă primară a viitoarelor așezări. Ele se vor afla mai departe de Pământ și vor fi total independente, putând însă păstra legătura prin radio și televiziune. Va fi loc destul pentru a construi multe milioane de așezări înainte de a se simți nevoia de mai mult spațiu.

Expansiunea ar putea continua, ducând la apariția unor adevărate centuri de așezări spațiale, situate în jurul planetelor Jupiter și Saturn, la distanțe suficient de mari pentru a putea fi evitate câmpurile magnetice și radiația intensă din interiorul acestora.

Coloniștii spațiului vor fi fenicienii, vikingii și polinezienii „Epocii spațiale“, aventurându-se în largul unui imens ocean ale cărui insule și continente le vor explora și popula.

Probabil că în secolul al XXIII-lea sistemul solar va fi fost explorat în întregime, poate chiar aglomerat cu așezări umane. Soarele însuși va putea constitui o sursă adecvată de energie, cu condiția să-i adunăm și să-i focalizăm radiația, chiar undeva departe, spre limitele sistemului solar, iar reactoarele bazate pe fuziunea hidrogenului vor reprezenta, în cele din urmă, o sursă adecvată de energie alternativă. .

Pragul

Această imagine optimistă a explorării și colonizării sistemului solar depinde, surprinzător de mult, de folosirea și de trecerea unui prag, Luna.

Să presupunem că Luna nu ar străluci pe cer, că nu s-ar fi format odată cu Pământul într-un accident improbabil sau că nu ar fi fost capturată de Pământ printr-un alt accident la fel de improbabil. Să încercăm să înțelegem

modul în care ar fi fost afectată dezvoltarea tehnologică a omenirii.

Luna este cea care a născut în mintea oamenilor ideea de pluralitate a lumilor. Dimensiunile Lunii și apropierea ei ne-au făcut să o considerăm o lume interesantă, ademenindu-ne în spațiul cosmic spre prima noastră destinație.

În absența Lunii, progresele astronomiei ne-ar fi făcut poate să înțelegem că și planetele sînt lumii; ne întrebăm, însă, ar fi încercat oare oamenii să ajungă la zborul în spațiu dacă cele mai apropiate corpuri cerești ar fi fost Venus și Marte și dacă un zbor dus-întors spre cea mai apropiată țintă posibilă ar fi durat mai bine de un an?

Dezvoltarea tehnologiilor legate de zborul în cosmos presupune existența unei ținte ușor de atins, oamenii au nevoie de o încurajare constantă în lupta pentru realizarea acestor tehnologii, și ce i-ar putea oare încuraja mai mult decît perspectiva unui succes ușor de obținut?

Poate că oamenii ar fi lansat rachete în spațiu și ar fi trimis astronauți pe orbite în jurul Pămîntului chiar dacă Luna nu ar fi existat. Zborurile cosmice au și alte aplicații pe lângă cucerirea Lunii. Dorința de a studia Pămîntul ca pe un tot unitar, resursele sale, atmosfera și meteorologia, magnetosfera, particulele de praf și razele cosmice de dincolo de atmosferă, posibilitatea de a cerceta restul Universului dintr-o poziție neafectată de atmosfera terestră, utilizarea energiei solare, toate acestea ne-ar fi putut împinge spre tehnologia rachetelor și spre explorarea spațiului.

Poate că ar fi durat mai multă vreme, poate că ar fi fost mai puțin probabil, dar cu timpul am fi făcut-o. Ne putem imagina că tot ce s-a întîmplat s-ar fi întîmplat în orice caz, chiar dacă nu ar fi existat Luna, evident, cu excepția zborurilor spre Lună și dincolo de ea. Poate că am fi lansat și sonde automate spre planetele aflate la mari depărtări.

Dar ar fi dus oare progresul nostru la așezările din spațiu? Dacă astfel de lucruri par nepractice oamenilor „serioși”, ele ar fi părut mult mai puțin practice în cazul în care tot materialul de construcție necesar așezărilor ar fi trebuit adus de pe Pămînt, dacă Luna nu ar fi fost disponibilă ca sursă de materii prime.

Fără așezări spațiale, explorarea serioasă a sistemului nostru solar ar fi improbabilă, eu cel puțin așa cred.

Faptul că un satelit mare precum Luna reprezintă o posesiune cu totul improbabilă pentru o planetă locuibilă precum Pământul, faptul că Pământul a profitat în această privință de un accident astronomic, ne face să ne întrebăm dacă alte civilizații au ajuns la realizări superioare celor la care am ajuns noi pînă în prezent în domeniul zborurilor în spațiul cosmic.

Să fie oare toate celelalte civilizații îngrădite pe propriile lor planete și în împrejurimile acestora, capabile, în cel mai bun caz, să trimită sonde automate spre alte planete ? Dacă ar fi așa, indiferent de nivelul lor tehnologic ? E o idee ispititoare. Ea ar reprezenta o explicație clară — iată de ce Universul pare atît de pustiu, deși există mai bine de jumătate de milion de civilizații doar în Galaxia noastră.

Ar fi o consolare pentru noi. Noroc că Luna este accesibilă, poate că peste cîteva secole vom ajunge în domeniul zborurilor spațiale la performanțe uimitoare, de neatins pentru civilizații mult mai vechi și poate, în multe privințe, mult mai avansate decît noi. Vom fi oare noi, și nu reprezentanții altei civilizații, doar datorită Lunii, cuceritorii Universului ?

Greu de crezut. Beneficiind de un ritm superior de dezvoltare a tehnologiei și minată de foamea de energie, o civilizație ar putea porni să cucerească spațiul cosmic chiar dacă ar fi lipsită de o Lună ca a noastră.

Planeta și-ar folosi propriile resurse, la prețuri rezonabile, și s-ar zbura de-a dreptul spre cele mai apropiate planete, oricît de lung și de plicticos ar fi zborul. În continuare ar fi folosite resursele primei planete întîlnite și așa mai departe.

Poate că toate civilizațiile procedează astfel — poate că le e mai greu decît ne este sau ne-ar fi nouă, dar poate că ajung la rezultate superioare mulțumită chiar dificultăților. Poate că toate civilizațiile ajung în faza zborurilor în spațiu, își explorează și își colonizează propriul sistem planetar.

În acest caz, de ce nu primim vești de la nimeni ? De ce nu ne vizitează nimeni ?

Pentru o vizită e nevoie însă de ceva mai mult decît de capacitatea de a zbura de la o planetă la alta, e nevoie să poți zbura de la un sistem planetar la altul, și asta e mult mai greu.

Capitolul 12

ZBORUL INTERSTELAR

Viteza luminii

Cel mai îndepărtat obiect vizibil din sistemul nostru solar este planeta Pluto. Știm că există comete care ajung mult mai departe decât Pluto, poate miliarde de comete care se rotesc în jurul Soarelui mult dincolo de orbita lui Pluto. Cu toate acestea, nu a fost observată niciodată vreo cometă dincolo de orbita lui Pluto și nici măcar dincolo de orbita lui Saturn. Putem deci considera orbita lui Pluto ca fiind egală în diametru cu sistemul solar vizibil — dimensiunile acestui diametru depășesc cifra de 11,8 miliarde de kilometri.

E o distanță enormă, diametrul sistemului solar vizibil este de 80 de ori mai mare decât distanța de la Pământ la Soare. Și totuși, distanța pînă la cea mai apropiată stea, Alpha Centauri, este de 3 500 de ori mai mare decât acest diametru.

Dacă am comprima sistemul solar astfel încît orbita lui Pluto să corespundă cu ecuatorul Pământului (scară la care Pământul s-ar găsi la 160 de kilometri de Soare), Alpha Centauri s-ar afla la aceeași distanță cu Venus în momentul apropierii maxime dintre ea și Pământ — nu uitați, Alpha Centauri este *cea mai apropiată* stea. Drumul pînă la Sirius este de două ori mai lung, pînă la Procyon de 2,5 ori mai lung, pînă la Vega de 6 ori mai lung, pînă la Arcturus de 9 ori mai lung, pînă la Rigel de 100 de ori mai lung.

Putem privi și altfel aceste distanțe. Gîndiți-vă la viteza luminii și la viteza de propagare a radiațiilor electromagnetice (raze X, unde radio și așa mai departe), viteză egală cu 299 792,5 km/sec. E o cifră importantă,

întrucît cel mai rapid mod de comunicare se bazează pe utilizarea radiațiilor electromagnetice. Nu cunoaștem nici un fel de alte semnale cu propagare mai rapidă.

Lumina are nevoie de 1,25 secunde pentru a parcurge distanța de la Pămînt la Lună. Asta înseamnă că atunci cînd un pămîntean vorbește cu un astronaut aflat pe Lună, primul răspuns va sosi după cel puțin 2,5 secunde, chiar dacă astronautul începe să răspundă în clipa în care a terminat recepția întrebării.

Dacă definim „secunda-lumină” drept distanța pe care o poate parcurge lumina într-o secundă, atunci Luna se află la 1,25 secunde-lumină de Pămînt.

Lumina are nevoie de 10,93 ore pentru a străbate o distanță egală cu diametrul orbitei lui Pluto. Dacă ne imaginăm cîte o așezare spațială la fiecare dintre capetele diametrului orbitei lui Pluto, orice tentativă de comunicație ar duce la o lungă așteptare a răspunsului; cei care au pus întrebarea nu pot primi răspunsul, *în nici un caz*, în mai puțin de 21,86 ore.

În consecință putem afirma că diametrul sistemului solar vizibil este egal cu 10,93 ore-lumină, de 10,93 ori distanța pe care o poate parcurge lumina într-o oră.

Folosind acest sistem de referință se poate spune că Alpha Centauri, cea mai apropiată stea, se află la 4,4 ani-lumină, adică la o distanță de 4,4 ori mai mare decît cea pe care o poate parcurge lumina într-un an. Dacă un pămîntean ar trimite un mesaj în direcția unei planete care se rotește în jurul stelei Alpha Centauri și dacă destinatarul ar răspunde chiar în clipa recepționării mesajului, pămînteanul nostru ar avea de așteptat 8,8 ani pînă să primească răspuns.

Dacă vorbim despre alte stele, știm că Sirius se găsește la o distanță de 8,63 ani-lumină, Procyon la 11,43 ani-lumină, Rigel (o stea relativ apropiată) la 540 de ani-lumină. Ar trebui să așteptăm mai bine de 1000 de ani pentru a primi un răspuns de pe o planetă care se rotește în jurul stelei Rigel.

În aparență, toate aceste cifre nu au nici o legătură cu zborurile interstelare. Dacă luminii îi trebuie 4,4 ani pentru a ajunge pînă la Alpha Centauri, nu ar trebui oare să accelerăm pînă la o viteză mai mare decît a luminii, să ne depășim propriile semnale și să ajungem la destinație cu mult înaintea luminii ?

Din păcate, așa cum a arătat în 1905 Albert Einstein (1879—1955), autorul teoriei relativității (în acest caz ne referim la teoria relativității restrânse), nici un obiect material, adică un obiect care are masă, nu poate depăși viteza luminii. Einstein a stabilit această limită din motive pur teoretice, enervînd și atunci, ca și azi, multă lume convinsă de justetea absolută a „bunului simț” — și totuși avem de-a face cu o afirmație perfect valabilă. Caracterul de limită al vitezei luminii a fost verificat prin nenumărate experiențe și observații; nu avem nici un motiv să-l punem la îndoială atunci cînd avem de-a face cu materia și cu Universul pe care le cunoaștem.

„Bunul simț” din cauza căruia acceptăm foarte greu această limită nu face decît să confirme caracterul superficial al experienței noastre cotidiene. Știm că un obiect se poate deplasa din ce în ce mai repede și tot mai repede, cu condiția să-i aplicăm un impuls suficient. A doua lege a mecanicii, formulată de Newton, spune clar acest lucru și adaugă un detaliu: un impuls este întotdeauna proporțional cu viteza obținută prin acțiunea sa, indiferent de viteza inițială a obiectului. Așadar, am putea face un obiect să atingă viteze din ce în ce mai mari cu condiția să-i mai imprimăm cîte un impuls. În condiții obișnuite, cele mai atente observații și măsurători concordă cu această lege.

Asta se întîmplă însă numai fiindcă avem de-a face cu obiecte a căror viteză reprezintă o fracțiune infimă din viteza luminii; în aceste condiții legea a doua a lui Newton rezistă la orice măsurători, iar „bunul simț” deține supremația.

Dacă aplicăm unui obiect un impuls și îl facem să atingă o anumită viteză, aplicarea unui al doilea impuls egal cu primul nu va duce la o creștere a vitezei *perfect egală* cu cea anterioară. O parte din forța impulsului contribuie, ce e drept, la mărirea vitezei, dar o parte contribuie la mărirea masei obiectului.

La viteze obișnuite, partea impulsului care contribuie la mărirea masei obiectului reprezintă doar o fracțiune infimă a forței totale și este practic imposibil de detectat. Odată cu creșterea vitezelor, o parte din ce în ce mai însemnată a forței contribuie la mărirea masei și o parte din ce în ce mai mică a forței contribuie la mărirea vitezei — așa cum ne asigură o formulă matematică elaborată de Einstein. Cînd vitezele ajung suficient de mari, începem

să observăm că cea mai mare parte a forței contribuie la mărirea masei, doar o fracțiune contribuind la mărirea vitezei ; e momentul în care observăm că nici legea a doua a lui Newton, nici „bunul simț“ nu mai sînt valabile.

Savanții au început să aibă de-a face cu obiecte a căror mișcare este destul de rapidă pentru a pune în evidență micile imperfecțiuni ale legii a doua abia pe la începutul acestui secol. Obiectele rapide cu pricina erau particulele subatomice ; studiul detaliat al acestor minuscule obiecte a confirmat corectitudinea relația dintre forță și viteză cuprinsă în ecuațiile lui Einstein.

Atunci cînd viteza unui obiect se apropie de viteza luminii, din forța aplicată asupra obiectului mai nimic nu contribuie la creșterea vitezei. Aproape toată forța contribuie la mărirea masei. Obiectul aflat în mișcare devine mult mai masiv, dar cîștigă foarte puțin în viteză. În cele din urmă, chiar dacă aplicăm obiectului în mișcare o forță infinită, nu vom reuși decît să-l facem să aibă o masă infinită și să atingă o viteză egală cu viteza luminii.

Toate astea înseamnă că, presupunînd că am avea la îndemînă o forță magică, care să ne permită să accelerăm pînă la această viteză maximă într-o clipă, tot am avea nevoie de 4,4 ani pentru a ajunge la Alpha Centauri. Dacă am putea apoi să frînăm într-o clipă la viteza 0 km/h, să facem un viraj de 180 de grade, să accelerăm din nou imediat pînă la viteza maximă, tot ne-ar trebui 8,8 ani pentru zborul dus-întors.

În realitate, accelerarea pînă la o viteză foarte mare ar trebui să dureze foarte multă vreme, nu de alta dar corpul omenesc nu rezistă decît la accelerații relativ modeste. Apoi ar fi nevoie de tot atîta vreme pentru a frîna în vederea debarcării pe o planetă din sistemul Alpha Centauri.

Necesitățile de accelerație și frînare lentă ar mai adăuga un an la durata totală a zborului spre o stea, chiar dacă ar fi să călătorim tot drumul cu viteza luminii. Să mai adăugăm un an pentru drumul înapoi și încă un an petrecut pe planeta pe care o explorăm.

În acest fel, dacă apreciem durata zborului în raport cu accelerația, frînarea și explorarea, timpul necesar unui zbor dus-întors spre o stea este egal cu durata totală a distanței-lumină plus încă trei ani. O călătorie pînă la

Alpha Centauri, explorarea sistemului ei planetar și drumul înapoi ar dura 11,8 ani — și aceasta, mi-aș permite să repet, pînă la Alpha Centauri, care este cea mai apropiată stea.

După cum vom vedea, durata foarte mare a accelerației și frînării, ca și atingerea unei viteze atît de ridicate implică serioase dificultăți, ceea ce ne face să credem că zborurile interstelare ar putea pune în încurcătură chiar și cele mai avansate civilizații și tehnologii.

Așa cum mi-am permis să afirm într-un capitol anterior, acesta este motivul logic pentru care Pămîntul nu a fost vizitat — imposibilitatea vreunei civilizații de a efectua cu succes zboruri interstelare. Poate că nici o civilizație extraterestră nu a reușit vreodată să intre în contact direct, fizic, cu o altă civilizație, tocmai din cauza uriașelor dificultăți ridicate de zborul interstelar : poate că toate civilizațiile vor rămîne pentru totdeauna îngrădite, limitate la propriul lor sistem planetar.

Și poate că și noi sîntem condamnați pe vecie la exil în propriul nostru colț de Univers.

Dincolo de viteza luminii

Să nu cedăm însă prea ușor. Poate că există vreo posibilitate de a învinge limita impusă de viteza luminii. Spuneam ceva mai devreme că nu există „nici un motiv rezonabil de a pune la îndoială existența limitei impuse de viteza luminii atunci cînd este vorba despre materia și Universul pe care le cunoaștem“. Am putea oare bănuî că există o materie pe care nu o cunoaștem sau aspecte ale Universului care ne sînt necunoscute ?

Limita vitezei luminii este valabilă pentru obiectele care — atunci cînd se află într-o stare de repaus relativ în raport cu întreg Universul — posedă o masă. Printre aceste obiecte putem include toate particulele subatomice care ne compun și pe noi, navele și lumile noastre. Toate aceste particule sînt obligate să se deplaseze la viteze mai mici decît viteza luminii și doar o forță infinită le poate face să atingă viteza luminii.

S-ar părea că această afirmație este atotcuprinzătoare, dar nu e așa. Există obiecte care nu au masă, sau nu ar

avea masă dacă s-ar găsi într-o stare de repaus relativ în raport cu întreg Universul. Printre asemenea obiecte cu „masă de repaus zero“ se numără fotonii, unitățile radiației electromagnetice, gravitonii, care sînt, cel puțin teoretic, unitățile forței gravitației, și, în cele din urmă, o serie de diferite particule elementare cunoscute sub numele de neutrino.

Toate particulele cu masă de repaus zero trebuie să se deplaseze întotdeauna, în vid, cu o viteză identică cu viteza luminii, nici mai mult, nici mai puțin. Vorbim despre „viteza luminii“ tocmai fiindcă lumina este compusă din fotoni care se deplasează cu această viteză.

Dacă particule elementare cu viteze de deplasare mai mici, particule care au masă, interacționează într-un mod care duce la formarea unui foton, acesta atinge viteza luminii practic instantaneu, fără să existe un interval de timp perceptibil în care fotonul să accelereze. Tot așa, atunci cînd un foton este absorbit de o particulă cu masă, viteza sa dispăre dintr-o dată, fără a putea fi perceput intervalul de timp în care s-a produs frînarea.

S-au făcut unele speculații privind posibilitatea transformării tuturor particulelor cu masă ale unei nave cosmice, inclusiv cele care constituie echipajul și pasagerii, în diverse tipuri de fotoni. Fără a mai avea nevoie de accelerare și fără a mai consuma energia necesară acestei accelerări, fotonii s-ar deplasa cu viteza luminii. În mod normal, ei ar porni în toate direcțiile, dar ne putem imagina transformarea în fotoni efectuată în condiții care ar duce la o rază de lumină precum cea a laserului. Raza ar mișca toți fotonii în aceeași direcție, de exemplu spre Alpha Centauri. Atunci cînd fotonii ar ajunge la Alpha Centauri ei ar fi transformați din nou în particulele originale — proces care ar exclude frînarea și cheltuiala de energie legată de aceasta.

S-ar părea că, folosind această metodă, orice navă cosmică pornită într-un zbor dus-întors spre o stea ar economisi anii pierduți cu accelerația și frînarea, fără a mai pomeni economiile uriașe de energie.

Există și dezavantaje. În primul rînd, s-ar călători cu cel mult viteza luminii. Economia de doi ani pare să fie semnificativă însă numai în cazul stelelor foarte apropiate. Rămînînd la cifra de un an pentru explorare, zborul dus-întors spre Alpha Centauri ar dura 9,4 ani în loc de

11,4 ani, economie substanțială ; zborul dus-întors spre Rigel ar dura 1 081 de ani în loc de 1 083, ceea ce nu e mare lucru¹.

Nu sînt deloc sigur că este posibil un asemenea divorț între energia consumată și viteza atinsă, deși afectam o siguranță foarte doctă. Ba mă tem că, dacă am reuși să transformăm o cantitate de materie în fotoni, am consuma cel puțin tot atîta energie cîtă ne-ar trebui pentru a accelera cantitatea de materie pînă la o viteză apropiată de viteza luminii. Această afirmație este valabilă și pentru reconvertirea luminii în materie, operațiune în care am cheltui la fel de multă energie ca pentru frînarea materiei. În consecință, s-ar putea ca „propulsia fonică“ să nu ne ajute să economisim nici prea mult timp, nici energie.

Să nu uităm că nu avem nici cea mai vagă idee despre posibilitatea transformării materiei în fotoni și apoi din nou în materie într-un mod care să ne permită să reproducem chiar și cele mai fine detalii ale materiei de la care am pornit. (Închipuiți-vă că avem de reprodus un creier uman, în toată complexitatea sa, după ce a fost dizolvat în fotoni. Există oameni care consideră posibilă această operațiune, fără a sugera însă vreo metodă practică de realizare.)

Transformările vor trebui efectuate cu un grad de sincronizare foarte ridicat, nu de alta, dar dacă o transformare are loc la o secundă diferență de o alta, fotonii se vor răspîndi pe distanțe de sute de mii de kilometri și s-ar putea să nu mai avem nici o șansă de a reconstitui obiectele relativ mici de la care am pornit.

Cum am putea să facem ca fotonii, chiar produși simultan, să se îndrepte în direcția pe care o dorim, să nu se împrăstie în timpul călătoriei și să se regroupeze în obiecte cu aceeași perfectă sincronizare ?

Fără îndoială că acum 200 de ani performanțele televiziunii moderne ar fi părut imposibile ; asta nu înseamnă că putem susține, plecînd de la faptul că unele lucruri despre care se credea că sînt fantastice și imposibile s-au dovedit totuși posibile, că toate lucrurile care par fantastice și imposibile se vor dovedi totuși a fi posibile.

Am încercat de-a lungul acestei cărți să păstrez o atitudine cît mai conservatoare cu putință, să nu accept nici

¹ Ne putem face și unele speranțe în legătură cu un asemenea zbor, dar despre asta vom vorbi ceva mai tîrziu.

un fapt nedovedit, să cer măcar dovezi vagi și aproximative. Nu există nici un motiv să credem că în momentul de față o propulsie fotonică este realizabilă practic și, pînă la proba contrarie (ceea ce s-ar putea întîmpla chiar mîine), trebuie să spun că, deși nu pot nega posibilitatea realizării unei propulsii fotonice, îmi pot permite să consider nule șansele ei de a fi realizată.

Am putea oare evita dificultățile transformării și retransformării, problema orientării razei luminoase, încercînd să menținem particulele elementare în starea de particule, dar folosind cine știe ce metodă care să le desființeze masa ? O navă cosmică la fel de lipsită de masă ca și echipajul ei ar putea accelera instantaneu pînă la viteza luminii, menținînd apoi această viteză. Odată cu recăpătarea masei, nava s-ar reîntoarce instantaneu la viteza inițială. Ne-am afla astfel într-o situație mult mai comodă decît cea a transformării într-un fascicol de fotoni.

Din păcate, nu cunoaștem nici o metodă de eliminare a masei unei particule și nu par să existe nici un fel de șanse de a descoperi vreodată o astfel de metodă. Și chiar dacă am realiza vreodată o asemenea metodă, nu am putea depăși nici atunci viteza luminii.

Toate ideile pe care le-am expus pînă acum ne pot face, în cel mai bun caz, să atingem viteza luminii, dar nici una nu ne ajută să o depășim.

Și totuși, în anul 1962, fizicienii O.M.P. Bilaniuk, V.K. Deshpande și E.C.G. Sundershan au remarcat că ecuațiile lui Einstein ar permite existența unor obiecte a căror masă poate fi exprimată printr-o cantitate numită de matematicieni cantitate „imaginară“.

Asemenea obiecte cu „masă imaginară“ ar trebui să se deplaseze întotdeauna cu viteze mai mari decît viteza luminii, în cazul în care ecuațiile lui Einstein își mențin valabilitatea. Din acest motiv, fizicianul american Gerald Feinberg (n. 1933) le-a numit *tachioni*, după un cuvînt din greaca veche care înseamnă *repede*.

Proprietățile unui obiect cu masă imaginară ar trebui să fie cu totul diferite de cele ale unui obiect cu masă obișnuită. În primul rînd, tachionii cu mai multă energie vor fi mai *lenți*. Dacă aplicăm unui tachion un impuls și îi mărim astfel energia, el își va încetini deplasarea pînă cînd, la un impuls infinit de mare, el atinge cea mai scăzută

viteză posibilă pentru el, viteza luminii, limită sub care nu poate cobori ¹.

Pe de altă parte, dacă facem tachionul să piardă energie, aplicându-i un impuls în direcția opusă mișcării sale, sau dacă îl obligăm să treacă printr-un mediu care îi opune rezistență, el se va deplasa din ce în ce mai rapid pînă cînd, ajuns la o energie egală cu zero, el se va deplasa cu o viteză infinită în raport cu restul Universului.

Nu ne mai rămîne decît să ne imaginăm o „propulsie tachionică”. Să presupunem că toate particulele subatomice din care este alcătuită nava (și echipajul ei) sînt transformate în tachionii corespunzători. Nava ar decola imediat, fără să accelereze, cu o viteză de multe ori mai mare decît viteza luminii, și ar ajunge într-o galaxie îndepărtată numai în cîteva zile; în acel moment totul va fi reconvertit în particulele inițiale și, fără frinare, nava și echipajul ei se vor deplasa din nou cu viteze normale ².

Iată în fine o metodă de depășire a vitezei luminii! Numai că...

Nu știm cu siguranță că există tachioni. Ei nu violează logica ecuațiilor lui Einstein, dar este acest lucru o dovadă a existenței lor? Mai sînt pe lume și alte lucruri în afară de ecuații care par să le infirme existența. Unii oameni de știință susțin că tachionii, dacă există, ar reprezenta o contradicție a principiului cauzalității (care ne spune că o cauză este întotdeauna anterioară în timp efectului), ceea ce ar fi o garanție suficientă a imposibilității existenței tachionilor. Ce-i drept, pînă acum nimeni nu a detectat vreun tachion, iar pînă la descoperirea lor e cam greu să le discutăm existența reală, nu de alta, dar nici un aspect al proprietăților lor nu pare să ne afecteze propriul Uni-

¹ Limita vitezei luminii este la fel de valabilă pentru tachioni ca și pentru particulele cu masă obișnuită (*tardioni*), numai că pentru tachioni această limită este cea inferioară, și nu cea superioară. Particulele cu masă de repaus zero (sau *luxoni*, după cuvîntul latin care înseamnă *lumină*) se deplasează cu o viteză egală cu viteza luminii, exact la limita care desparte Universul nostru de tardioni, de Universul ultrarapid al tachionilor, limită numită „zidul luxonic”.

² În povestirile științifico-fantastice este larg răspîdită metoda de depășire a barierei vitezei luminii care folosește cite un aspect al Universului în care această barieră dispăre. Aspectul a fost botezat fie hiperspațiu, fie subspațiu, dar, indiferent de numele pe care îl poartă, proprietățile sale imaginare sînt cele ale unui Univers tachionic.

vers, convingându-ne astfel că ei există deși nu am reușit încă să-i detectăm ¹.

Și dacă tachionii există, nu avem nici cea mai vagă idee în legătură cu transformarea particulelor obișnuite în tachioni, așa cum nu deținem nici secretul procesului invers. Toate dificultățile propulsiei fotonice se vor înmulți în cazul propulsiei tachionice, prin faptul că o eroare de sincronizare a transformării va împrăștiia totul pe distanțe nu de sute de mii de kilometri, ci de sute de mii de ani-lumină.

La urma urmei, chiar dacă ne-am descurca, am convingerea că nu am putea acoperi nevoile de energie; ar fi nevoie de cel puțin tot atâta energie pentru a deplasa materia dintr-un capăt în altul al Galaxiei prin propulsie tachionică câtă ar fi necesară pentru accelerare și frînare. Ba s-ar putea ca propulsia tachionică să necesite mult mai multă energie, întrucât trebuie să învingem nu numai distanțele, ci și timpul.

Poate că vom găsi o altă soluție. Dacă nu reușim cu „materia pe care o cunoaștem“, ce-ar fi să încercăm cu „Universul pe care îl cunoaștem“? Câtă vreme acționăm în cadrul Universului pe care îl cunoștea Newton — un Univers al mișcărilor lente și al distanțelor mici — legile formulate de Newton păreau imposibil de încălcat.

Câtă vreme însă Universul cu care avem de-a face este Universul cunoscut de Einstein — un Univers cu densități mici și interacțiuni gravitaționale slabe — legile formulate de Einstein par imposibil de încălcat. Am putea totuși depăși Universul lui Einstein, așa cum l-am depășit pe cel al lui Newton. Gândiți-vă... Cînd o stea de mari dimensiuni explodează și se prăbușește în ea însăși (suferă un colaps gravitațional), forța prăbușirii și restul de materie se pot uni pentru a aduce în contact direct particulele subatomice, pe care le vor zdrobi, colapsul continuînd la nesfîrșit, tinzînd spre volum zero și densitate infinită.

¹ Fizicienii au acceptat timp de 25 de ani existența particulei neutrino, deși aceasta nu fusese detectată, fiindcă ea era necesară pentru explicarea fenomenelor observate. În momentul de față, fizicienii acceptă existența unor particule numite quark, deși nici acestea nu au fost detectate, tot fiindcă le sînt necesare pentru a explica fenomenele observate. Nu există nici un fenomen observat care să necesite existența tachionilor; menirea lor constă în simplificarea unor ecuații matematice.

Atracția gravitațională a unei astfel de stele în prăbușire crește pînă cînd orice poate pătrunde în direcția stelei, dar nimic nu se mai poate îndepărta de ea, astfel încît apare o nesfîrșită „gaură” în spațiu. Nici măcar lumina nu se mai poate îndepărta, apare acea „gaură neagră” de care am pomenit.

Avem tendința să considerăm materia care cade într-o gaură neagră ca fiind supusă unei nesfîrșite comprimări. Unele teorii afirmă însă că dacă găurile negre au o mișcare de rotație (și se pare că toate găurile negre au o mișcare de rotație), materia care a căzut în interiorul găurii ar putea să iasă pe undeva, ca și pasta de dinți care ar ieși printr-un orificiu din tub, atunci cînd acest tub este supus unei presiuni destul de mari.

Transferul de materie ar putea fi efectuat, se pare, pe distanțe imense, poate milioane sau miliarde de ani-lumină, într-o fracțiune de secundă. Un astfel de transfer de materie ar putea evita limita vitezei luminii, întrucît el ar folosi tuneluri sau poduri care nu au, la drept vorbind, aceleași caracteristici temporale cu Universul cunoscut. De multe ori zona de transfer este numită „pod Einstein-Rosen”, întrucît Albert Einstein împreună cu un colaborator numit Rosen au prevăzut teoretic asemenea structuri în 1930.

Ar putea oare găurile negre să ne ofere soluții pentru zborurile interstelare sau chiar intergalactice? Exploatînd găurile negre, asta în cazul în care numărul lor este destul de mare, am putea să intrăm într-o gaură neagră în punctul A, să ieșim în punctul B (unde va foarte departe) peste o clipă și apoi să traversăm spațiul obișnuit pînă în punctul C, unde intrăm în altă gaură neagră și ieșim imediat în punctul D și așa mai departe. În acest mod am putea ajunge în orice punct al Universului într-un timp relativ scurt.

Ar fi însă neapărat nevoie de o hartă extrem de detaliată a Universului, hartă pe care intrările și ieșirile găurilor negre să fie marcate cu mare precizie.

Ne putem permite să ne imaginăm că, odată cu lansarea acestui mod de călătorie interstelară, lumile situate în apropierea intrării unei găuri negre vor prospera, în timp ce în imediata apropiere a intrării în gaura neagră vor apare și se vor înmulți așezările spațiale.

Aceste așezări spațiale ar putea juca și rolul de centrale energetice, întrucît energia radiată de materia care cade

în gaura neagră ar trebui să fie imensă. Ne putem imagina proiecte îndrăznețe de alimentare cu materiale inutile a unei găuri negre (ca și cum am băga lemne într-o sobă) pentru a-i mări randamentul energetic.

Iată și o nouă explicație pentru existența unui Univers plin de civilizații extraterestre care nu vizitează Pământul. S-ar putea întâmpla ca Pământul să se găsească în cîștie ce periferie izolată a rețelei universale de găuri negre. Poate că civilizațiile extraterestre ne cunosc foarte bine, dar nu cred că merităm deranjul, cheltuiala de timp și de energie legate de o vizită.

Numai că și această imagine tulburătoare a unui Univers ciuruit de găuri negre și transformat într-un fantastic sistem de tranzit rapid destinat călătoriilor interstelare nu ne poate satisface pe deplin.

Nu știm exact cîte găuri negre există în Univers. Cu excepția centrelor galactice și a îngrămădirilor globulare s-ar putea să nu existe decît 5—6 găuri negre într-o galaxie, ele fiind accesibile doar sistemelor planetare din imediata apropiere a intrării, sisteme planetare în care s-ar putea să nu existe nici o planetă locuibilă.

Nici măcar ideea referitoare la ieșirea materiei dintr-o gaură neagră nu pare să reprezinte o certitudine. Mulți astronomi o consideră total lipsită de temei.

În fine, chiar dacă materia care intră într-o gaură neagră reușește să iasă prin altă parte, ea are toate șansele să fie zdrobită, să ajungă un soi de pulbere de particule subatomice și ele, poate, la rîndul lor, dezintegrate de efectele marelui incredibil ale cîmpului gravitațional de o intensitate de neimaginat, care acționează în gaura neagră. Poate că o civilizație care deține o tehnologie suficient de avansată va reuși să găsească metoda de a evita efectele gravitaționale, de a salva nava spațială de posibilitatea de a ajunge combustibil în cuptorul găurii negre, de riscurile distrugerii în fluxurile și refluxurile gravitaționale, dar deocamdată toate acestea par imposibile, chiar și în teorie.

În lumina cunoștințelor noastre actuale privind Universul, nu pare să existe nici o speranță de depășire a limitei impuse de viteza luminii, nici un mod practic și rezonabil de a depăși această limită.

Să vedem însă ce se poate face la viteze mai mici decît viteza luminii.

Ecuațiile lui Einstein au dus la prevederea unui fenomen neobișnuit (verificat în decursul studierii particulelor subatomice rapide), și anume încetinirea scurgerii timpului odată cu creșterea vitezei. Fenomenul a căpătat numele de dilatare a timpului.

Pe o navă spațială care se deplasează foarte rapid, totul ar fi mai lent, ar merge mai încet : mișcările din atomi, ceasurile, metabolismul țesuturilor umane. Oamenii aflați la bordul unei asemenea nave nu ar percepe subiectiv încetinirea ritmului, fiindcă aceasta s-ar produce perfect sincron pentru toate fenomenele. Pentru ei, lumea exterioară ar părea accelerată. (La fel se întâmplă într-un tren care se mișcă lent și uniform într-o gară, nu observăm mișcarea trenului, ci ni se pare că gara și peisajul se deplasează.)

Încetinirea timpului devine din ce în ce mai evidentă odată cu creșterea vitezei relative în raport cu restul Universului, pînă cînd, la viteza de 293 800 kilometri/secundă, ritmul scurgerii timpului este de 5 ori mai lent decît dacă nava s-ar afla în repaus. (293 800 km/sec. reprezintă 98% din viteza luminii.) Atunci cînd ne apropiem și mai mult de viteza luminii, scurgerea timpului se încetinește și mai mult ; iar atunci cînd viteza navei este doar cu 1 km/sec. mai mică decît viteza luminii, ritmul scurgerii timpului se apropie de zero.

Să ne imaginăm că ne aflăm într-o navă cosmică, cu o accelerație constantă de 1-g. (Asta înseamnă că ne-am simți împinși spre partea din spate a navei cu aceeași forță cu care ne lipește Pămîntul de suprafața sa. La această accelerație ne-am simți perfect normali. Partea din spate a navei ar părea „jos“, partea din față ar părea „sus“.)

După un an, nava noastră s-ar apropia de viteza luminii și, deși totul pe bord ni s-ar părea normal, lumea înconjurătoare ar începe să arate ciudat. Unele stele, multe chiar, nu ar mai putea fi observate fiindcă lumina lor s-ar deplasa spre zona razelor X, ceea ce le-ar face invizibile. (Să nu uităm că nava va trebui să fie apărută de radiația lor.) Lumina stelelor aflate în fața navei se va transforma în raze X în timp ce stelele rămase în urma

navei vor deveni și ele invizibile fiindcă lumina lor se va deplasa spre zona undelor radio.

Dacă navigatorii și-ar măsura viteza în raport cu distanțele pe care le parcurg, ei ar ajunge la concluzia că au depășit de multe ori viteza luminii, nu de alta, dar din punctul lor de vedere timpul necesar parcurgerii distanței dintre două stele despre care se știe că se găsesc la 10 ani-lumină depărtare nu ar depăși o săptămână. Dacă i-am putea urmări de pe Pământ, am vedea că navei i-ar trebui peste 10 ani pentru a parcurge distanța; pentru navigatori însă, care percep timpul mult încetinit, acei 10 ani ar fi părut doar o săptămână.

Folosind dilatarea timpului, nava noastră spațială ar putea parcurge distanțe enorme într-un timp relativ scurt pentru cei aflați la bordul ei. Ei ar ajunge la Galaxia din Andromeda în 60 de ani, după părerea lor, Galaxie aflată la 2 300 000 de ani-lumină depărtare de noi.¹

Să fie oare dilatarea timpului o soluție?

Probabil că nu, fiindcă și în acest caz întâlnim dificultăți. În primul rând, menținerea unei accelerații de 1-g pe perioade lungi (ca și menținerea unei frînări de 1-g, de altfel) presupune un consum imens de energie, așa cum am mai arătat.

Să presupunem că vom folosi cel mai eficient mod de producere a energiei, interacțiunea dintre materie și antimaterie. Un astfel de amestec suferă o anihilare reciprocă și totală și duce la transformarea întregii cantități de materie în energie. O masă de combustibil supusă unei astfel de reacții ar produce de 35 de ori mai multă energie decât fuziunea hidrogenului; nu cunoaștem nici o altă metodă mai eficientă de producere a energiei.

Numai că pentru a accelera o tonă de materie pînă la 98% din viteza luminii avem nevoie de 25 de tone de amestec materie-antimaterie pe care să le transformăm în energie, de 100 de tone pentru zborul dus-întors, ținînd seama de cele două accelerații și de cele două frînări. Dacă am folosi pentru propulsie fuziunea hidrogenului, am avea

¹ Dacă ar fi posibilă propulsia fonică, oamenii care ar naviga cu ajutorul ei ar percepe un ritm-zero al scurgerii timpului. Orice călătorie, chiar pînă la marginea Universului, ar dura pentru ei doar o clipă. De aceea, oricît de repede ar crede astronauții că se deplasează datorită efectului de dilatare a timpului, ei nu pot depăși o rază de lumină. Chiar dacă ar ajunge după 60 de ani în Galaxia din Andromeda, la destinație ei ar observa că o rază de lumină a ajuns înaintea lor.

nevoie de 3 500 de tone de hidrogen. Cu alte cuvinte, pentru a transporta o tonă de materie pînă la Alpha Centauri și înapoi — doar o tonă — am folosi de zece ori mai multă energie decît consumă toți locuitorii Pămîntului timp de un an.

Mai există o posibilitate, eliminarea nevoilor de combustibil necesar producerii energiei. Fizicianul Freeman John Dyson (n. 1923) susține că o navă spațială care trece pe lângă o planetă ca Jupiter poate suferi o accelerație extrem de intensă care însă nu ar afecta astronauții, întrucît toți atomii navei și ai echipajului său ar suporta exact aceeași accelerație (cu excepția unor efecte marelui nesemnificative). Perfect adevărat, sondele automate trimise spre Jupiter *Pioneer 10* și *Pioneer 11* au fost accelerate în acest mod, cîștigînd energie din imensul rezervor gravitațional al planetei Jupiter și atingînd astfel o viteză care să le permită să părăsească pentru totdeauna sistemul solar.

Ne putem imagina navele spațiale ale viitorului în drum spre stele îndepărtate trecînd din cînd în cînd pe lângă cite o planetă uriașă și cîștigînd astfel viteză — *dacă* asemenea planete uriașe s-ar nimeri în drumul navei exact acolo unde e nevoie de ele, ceea ce pare destul de puțin probabil.

Ne mai putem imagina și un alt mod de accelerație fără folosirea combustibilului — un fascicol laser care lovește o uriașă „pînză” întinsă de jur-împrejurul navei. Laserul, situat pe un corp din sistemul solar, va ținti în permanență „pînză” și va juca rolul unui impuls continuu care va accelera nava. E bine de știut că laserul, pentru a funcționa continuu, va consuma imensele cantități de energie pe care nu le mai consumă nava. (Cînd e vorba de energie, nu putem face mare lucru.) Pe lângă aceasta, cu cît nava se îndepărtează de bază cu atît va fi mai dificilă menținerea în poziție a laserului. Mai mult, laserul nu va putea fi folosit pentru frînare decît dacă ne așteaptă cineva la destinație cu un laser orientat cu multă amabilitate în direcția opusă.

Totuși, chiar dacă toate metodele noastre fără combustibil au eșuat și nava spațială trebuie să folosească combustibil, nu e neapărat nevoie să-l și transporte. L-ar putea culege din drum. Spațiul interstelar nu este chiar pustiu, nu e un vid adevărat. Se mai găsesc atomi de materie, mai ales de hidrogen.

Fizicianul american Robert W. Bussard a lansat în 1960 ideea recoltării hidrogenului din spațiu chiar în timpul călătoriei. Nava spațială ar deveni un fel de „statoreactor interstelar“, însă fiindcă spațiul conține mult mai puțină materie decât atmosfera terestră, nava ar trebui să recolteze materie dintr-un volum mult mai vast de spațiu cosmic, să o comprime și să extragă energia prin fuziunea hidrogenului.

„Lingura“ cu care nava ar recolta hidrogenul ar trebui să aibă un diametru de nu mai puțin de 125 de kilometri, pentru un minimum de eficiență, chiar în acele zone ale spațiului în care există nori de gaze și praf, zone cu o densitate maximă a materiei. În adevăratul spațiu interstelar, în așa-zisul vid, „lingura“ ar trebui să aibă un diametru de cel puțin 1 400 de kilometri, iar în spațiul intergalactic diametrul ei ar ajunge la cifra de 140 000 de kilometri.

Asemenea linguri, chiar dacă le construim din cele mai delicate materiale, ar avea dimensiuni și mase prohibitive. Cum am transporta oare materialul de construcție al lingurilor în spațiul cosmic, câtă vreme și cite eforturi ar cere construcția lor ?

Admițând că, în cele din urmă, problema energiei va fi rezolvată într-un mod deocamdată imprevizibil, nu trebuie să uităm că o navă imensă care se deplasează cu o viteză apropiată de viteza luminii este extrem de vulnerabilă. Pericolul ciocnirii cu stelele poate fi eliminat din discuție, dar spațiul e plin de corpuri cerești relativ mici, de la planete până la bolovani.

Din punctul de vedere al navei, orice obiect din Univers de care ea se apropie pare să se îndrepte spre navă cu viteza luminii. Asemenea obiecte sînt imposibil de ocolit, deoarece orice mesaj care le-ar anunța apropierea (raze X sau orice altceva) s-ar deplasa cu viteza luminii, astfel că obiectul ar apărea imediat după recepționarea mesajului. Abia ar apuca să răsunе semnalul „pericol de ciocnire“ că ciocnirea s-ar și produce.

Orice obiect masiv care se ciocnește cu nava, cu o viteză relativă față de navă egală cu viteza luminii, va găuri nava la intrare, la ieșire și prin interior. Peste puțină vreme, nava ar arăta ca un șvaițer.

Chiar dacă uităm de particulele cu dimensiuni relativ mari și presupunem că în volumul de gaz recoltat nu avem

de-a face decît cu substanțe foarte rarefiate, avem toate șansele să apară o serie de neplăceri.

Cu cît nava accelerează, cu cît viteza ei crește, atomii din spațiul interstelar o lovesc din ce în ce mai tare și din ce în ce mai frecvent.

Din punctul de vedere al navei, particulele pe care le întîlnește se apropie cu o viteză aproximativ egală cu viteza luminii, ceea ce le face să devină echivalente cu radiația cosmică.

În mod normal, intensitatea radiației cosmice nu pune în pericol viața piloților spațiali. Astronauții au rămas în spațiu pentru perioade de cîteva luni și au supraviețuit fără probleme acestei situații. În timpul unui zbor interstelar, la viteze apropiate de viteza luminii, atunci cînd fiecare particulă întîlnită se ciocnește de navă cu o viteză egală cu cea a radiației cosmice, nava noastră spațială va suferi o iradiere de sute de ori mai intensă decît cea produsă de un reactor nuclear modern.

Unii oameni de știință afirmă că aceste contacte cu materia interstelară vor fi suficiente pentru a împiedica navele spațiale să atingă viteze mai mari de $1/10$ din viteza luminii, iar la această viteză efectul de dilatare a timpului este neînsemnat.

Chiar dacă vom reuși să depășim toate dificultățile, mai rămîne de rezolvat o problemă aflată chiar în miezul teoriei relativității. Percepția unui timp încetinit se referă doar la astronauți, *nu* și la cei rămași pe planeta-mamă.

Folosind accelerații și frînări de 1-g, precum și efectul de dilatare a timpului, un zbor dus-întors pînă în sistemul Deneb va dura 20 de ani pentru astronauți (chiar dacă ei vor explora sistemul timp de un an). La întoarcere însă, ei vor afla că pe Pămînt au trecut 200 de ani. Cu cît vor călători mai multă vreme la această accelerație, cu atît se vor apropia mai mult de limita vitezei luminii și cu atît mai lentă va fi pentru ei scurgerea timpului. Astfel, discrepanța dintre trecerea-timpului-pe-navă și trecerea-timpului-pe-Pămînt va crește rapid odată cu distanța parcursă. Un zbor dus-întors pînă la celălalt capăt al Galaxiei ar dura 50 de ani pentru astronauții care ar constata cu surprindere, la întoarcerea pe Pămînt, că au trecut nu mai puțin de 400 000 de ani. (Lucrurile s-ar petrece chiar la scară mai mare în cazul utilizării propulsiei fotonice.)

Ar fi de ajuns pentru a micșora popularitatea exploră-

rii interstelare prin folosirea dilatării timpului, atât pe Pământ cât și pe orice altă planetă. Oamenii renunță cu greu la binefacerile prezentului pentru a obține ceva agreeabil sau chiar esențial după 30 de ani de așteptare. Nu cred că putem conta pe entuziasmul general în cazul unei enorme investiții de efort ale cărei rezultate vor putea fi văzute, în cel mai bun caz, după câteva secole sau după câteva sute de mii de ani.

Luînd în considerare dificultățile legate de consumul de energie, de pericolul iradierilor și de diferențele de timp, bizuindu-ne pe opiniile noastre conservatoare, putem afirma că, pentru a ajunge la stele, dilatarea timpului nu reprezintă o metodă practică, nici din punct de vedere fizic, nici din punct de vedere psihologic.

Zbor fără motor

Toate metodele propuse pentru a călători cu viteze apropiate de viteza luminii, sau chiar cu viteze mai mari, par a fi total nepractice ; nu ne rămîne decît să vedem ce se poate face la viteze ceva mai modeste.

Un prim avantaj ar fi reprezentat de scăderea consumului de energie, care nu ar mai fi exorbitant, la fel cum mediul interstelar nu ar mai fi chiar atât de periculos. Dezavantajul ar consta în durata zborului.

Să presupunem că o navă spațială accelerează pînă la viteza de 3'000 de kilometri/secundă. Aceasta ar fi o viteză foarte mare, după criteriile obișnuite, întrucît ar scurta la doar două minute durata unui zbor de la Pământ la Lună. Totuși, e vorba de o viteză care nu reprezintă decît 1/100 din viteza luminii, astfel că dilatarea timpului este neglijabilă, iar un zbor dus-întors pînă la Alpha Centauri ar dura 900 de ani. (Nu uitați, Alpha Centauri este cea mai apropiată stea !)

În ce condiții ar putea fi suportată o călătorie care durează 900 de ani ? Să presupunem că astronautii ar fi nemuritori. În acest caz, zborul fără motor dus și întors (perioadele de accelerare și frînare ar fi neînsemnate) care ar dura 900 de ani nu ar reprezenta decît o parte infimă a unei vieți infinit de lungi și nu ar constitui o problemă.

Chiar dacă ar fi nemuritori, astronautii ar trebui totuși să mănînce, să bea, să respire și să elimine reziduuri fiziologice. Ar fi deci nevoie de sisteme foarte complicate

care să asigure supraviețuirea echipajului, sisteme care să funcționeze perfect timp de aproape 1 000 de ani. E posibil, dar ar fi extrem de costisitor.

Astronauților ar trebui să li se asigure și unele distracții. Să suporti aceiași oameni, să stai înghesuit împreună cu ei timp de 1 000 de ani, ar fi imposibil de conceput. Nu cred că aş putea fi acuzat de cinism dacă aş afirma că echipajul ar fi decimat de sinucideri și asasinat; chiar moartea poate fi mai ușor învinsă decât plictiseala.

Numai că nu avem, pe moment, nici un motiv să credem că vom ajunge vreodată la nemurire.

Poate însă că vom putea scurt-circuita problemele ridicate de nemurire transformînd-o într-o moarte provizorie, urmată de o reînviere. Cu alte cuvinte, să presupunem că i-am congela pe astronauți și i-am menține într-o stare de animație suspendată, pentru a-i readuce la viață doar în apropierea destinației.

În asemenea condiții, nava poate zbura fără motor cu o viteză modestă, eliminînd astfel dezavantajele legate de zborul la viteza luminii, în timp ce astronauții nu simt trecerea timpului, exact ca atunci cînd profită de dilatarea timpului. Pentru ei o călătorie de mii de ani ar trece într-o clipă, iar în momentul reîntoarcerii la viață ei ar fi (să sperăm) la fel de tineri ca la început. Nu ar mai fi nevoie de sisteme complicate și fiabile pentru supraviețuire, cel puțin în sensul obișnuit, nu ar mai exista nici problema ocupațiilor și amuzamentelor care să prevină plictiseala unui zbor de lungă durată.

Totuși, nu e chiar așa de simplu. Încă nu a fost rezolvată problema înghețării unui om în așa fel încît omul să și supraviețuiască, iar șansele noastre de a reanima cu succes o persoană odată înghețată sînt aproape nule.

Chiar dacă am rezolva aceste probleme, am putea descoperi că există limite ale duratei de congelare dincolo de care scînteia vieții se stinge pentru totdeauna. Poate că durata unei călătorii interstelare ar depăși aceste limite. Dacă totul merge bine și rezolvăm toate problemele biologiei congelării și dezghețării, va trebui să instalăm în navă un sistem complicat și cu o mare siguranță de funcționare, care să mențină congelarea (un nou tip de sistem complex de supraviețuire) și să-i dezghețe automat pe astronauți la momentul potrivit. Un aparat care reușește

să pornească singur după o pauză de câteva sute de ani este destul de greu de imaginat.

Dificultățile sînt enorme și, cu toate că nu putem afirma că ele nu vor fi rezolvate niciodată, nu putem nici să spunem că rezolvarea lor este inevitabilă.

Astronauții congelați se află într-o stare de animație suspendată și nu îmbătrînesc, nici măcar nu simt trecerea timpului, spre deosebire de cei de acasă, cei care i-au trimis la drum (cu excepția situației în care întreaga populație a unei planete s-ar congela voluntar, ceea ce este ridicol). Exact ca în cazul efectului de dilatare a timpului, astronauții se vor întoarce după trecerea multor generații și vor resimți un intens „șoc al viitorului”.

Ar exista dificultăți chiar dacă ar exista nemurirea. Dacă presupunem că astronauții sînt nemuritori, asta înseamnă că întreaga populație a planetei lor se bucură și ea de nemurire, iar după lungul lor zbor navigatorii în spațiu se vor întoarce și își vor împărtăși experiența tot celor care i-au trimis în spațiu cu multă vreme în urmă. Cu siguranță însă că viața s-a îndreptat în direcții cu totul diferite pe navă și pe planetă — cele două grupuri de oameni sînt acum niște străini.

Am putea deduce din toate acestea că întoarcerea acasă a astronauților n-ar avea nici un sens. Explorarea stelelor s-ar desfășura conform unei înțelegeri care prevede rămînerea astronauților în spațiu pentru totdeauna. Ei pot emite și recepționa mesaje, de-a lungul secolelor și mileniilor, și cu asta basta.

Se naște întrebarea dacă oamenii ar fi dispuși, în aceste condiții, să opteze pentru un veșnic exil. Ne-am mai putea întreba ce planetă ar fi dispusă să risipească în spațiul cosmic inteligența locuitorilor ei dacă singurul rezultat la care se poate aștepta constă în mesajele primite într-un viitor îndepărtat.

Nu ar fi care mai economic, mai ușor și chiar mai eficient să folosim nu nave pilotate, ci sonde automate pentru explorarea spațiului interstelar? Astronomul Ronald N. Bracewell (n. 1921) susține încă din 1960 că alte civilizații ar fi putut adopta foarte bine această strategie.

Și noi am făcut asta în domeniul planetelor. Astronauții au reușit să ajungă doar pe Lună, dar sondele automate au debarcat pe Venus și pe Marte și au ajuns dincolo de

Mercur și de Jupiter. Ele ne-au adus nenumărate informații și, chiar dacă am crede că explorarea făcută de oameni este preferabilă, va trebui să recunoaștem că acolo unde oamenii nu pot încă ajunge, sondele automate reprezintă un înlocuitor excelent. Până acum rezultatele obținute cu ajutorul lor sînt remarcabile.

Să lansăm deci sonde interstelare. Costul va fi mare, dar nu atît de mare ca acela al navelor cu echipaj uman. Ne putem permite accelerații mai intense, putem renunța la sistemele de supraviețuire destinate astronautilor vii sau congelați, nu ne mai facem griji în legătură cu sănătatea mintală a astronautilor. Nu ne mai temem de șocul viitorului, fiindcă o sondă automată nu are nici un fel de motive să revină de unde a plecat — și chiar dacă revine, ea nu va impresiona generațiile viitoare.

Ne putem imagina civilizații avansate care lansează sonde interstelare foarte avansate, numai că există, și în acest domeniu, limite ale eficienței. Cu cît e mai complicată o sondă automată cu atît va fi mai dificilă și mai neîsigură întreținerea ei. După mii sau milioane de ani e greu de crezut că o aparatură complicată va continua să funcționeze impecabil. (Nici măcar cele mai avansate civilizații nu pot modifica legea a doua a termodinamicii și nici principiul nedeterminării.)

Am putea, ajungînd la limita imaginației, să ne închipuim un echipaj compus din roboți foarte avansați, la fel de inteligenți ca oamenii, explorînd Universul într-un mod inaccesibil ființelor umane. Și totuși, dacă roboții ar fi chiar atît de inteligenți, ar fi și ei predispuși să contracteze maladiile inteligenței — plictiseala, depresiunea, furia, crima și sinuciderea?

Ar fi cazul să găsim o cale de mijloc, să lansăm sonde automate cu o aparatură suficient de complicată, capabile să ne trimită informații utile și interesante, destul de simple însă pentru a rezista la proba timpului. Pare evident că această cale de mijloc va duce la nave ai căror piloți vor fi niște automate mult mai puțin inteligente decît oamenii.

Și acesta ar putea fi un nou răspuns la întrebarea care ne frămîntă : de ce nu ne vizitează reprezentanții altor civilizații ? Poate că am fost vizitați, dar musafirii noștri nu erau ființe vii. Poate că prin sistemul nostru solar au trecut sonde care au trimis informații privind natura și

proprietățile Soarelui și planetelor, și în mod special informații privind existența unei planete locuibile. Dacă vreă sondă a trecut de curînd pe aici, ea a transmis poate informații legate de o civilizație în plină dezvoltare.

Nu știm cîte sonde automate au trecut pe aici, nu știm cînd a trecut ultima sondă, nu știm dacă toate sondele au aparținut unei singure civilizații.¹ Poate că sondele aparțin unei civilizații de mult dispărute, poate că ele continuă să emită mesaje pe care nimeni nu le mai recepționează, mesaje inutile.

Lumi în derivă

Analiza efectuată în modul cel mai conservator ne face să tragem concluzia că în domeniul zborurilor interstelare folosirea echipajelor umane, sau măcar a echipajelor compuse din ființe inteligente, pare lipsită de perspective practice ; ar fi mai bine să trimitem sonde automate care să exploreze stelele.

Pînă acum ne-am menținut în cadrul presupunerii că un echipaj de astronauți trebuie să efectueze un zbor dus-întors pînă la o stea în timpul unei vieți omenеști — fie zburînd cu viteze mai mari decît viteza luminii, fie exploatînd dilatarea timpului, folosindu-și nemurirea sau congelîndu-se. Nici una dintre metode nu pare prea inspirată.

Ce-ar fi însă să renunțăm la această presupunere și să acceptăm durate de zbor care depășesc durata unei vieți omenеști ?

Să ne închipuim proiectul unei nave care va zbura spre Alpha Centauri avînd nevoie de cîteva secole pentru a ajunge la destinație. Nu avem de-a face cu astronauți nemuritori sau congelați, ci cu oameni normali cu o durată de viață normală.

Toți vor muri cu mult înainte de a se termina călătoria. Numai că pe bord se vor afla astronauți de ambele sexe, ai căror copii vor continua zborul, ca și copiii copiilor

¹ Ne-ar veni ușor să credem că acele O.Z.N.-uri care nu sînt nici păcăleli, nici erori (presupunînd că există și O.Z.N.-uri care nu pot fi încadrate în aceste două categorii), ar fi sonde automate, și nu nave spațiale extraterestre pilotate de ființe vii. Nu e de neconceput, dar nu avem nici o dovadă în această privință. Nu avem încă nici o dovadă.

lor, și tot așa timp de multe generații pînă cînd își vor atinge ținta.¹

Va fi nevoie, în orice caz, de un sistem complex de aparate care să asigure supraviețuirea echipajului, dar problema evitării plictiselii va fi rezolvată. Copiii te ajută să nu observi trecerea timpului. Morțile și nașterile vor contribui la o continuă înprospătare a echipajului, eliminînd plictiseala contactului prelungit cu aceleași persoane. Copiii născuți pe navă nu vor cunoaște un alt mod de existență (decît indirect) și probabil că nu se vor plictisi.

Merită oare o călătorie acest sacrificiu? Se vor găsi oare voluntari dispuși nu numai să-și petreacă tot restul vieții la bordul unei nave cosmice, ci și să-și condamne copiii și copiii copiilor lor la o viață petrecută în întregime, de la naștere pînă la moarte, la bordul navei? Vor fi oare pămîntenii dispuși să investească averi într-un proiect incredibil de costisitor, cu speranța unor profituri de care să beneficieze descendenții lor peste mai bine de un mileniu?

Răspunsul la aceste întrebări va fi, fără îndoială: „Nu!” Omul de rînd s-ar putea întreba, îngrozit de această idee, dacă are de-a face sau nu cu o nebunie.

Poate însă că această reacție ar fi declanșată de presupunerea (incomplet formulată) că navele spațiale care vor zbura spre stele vor fi ceea ce înțelegem în mod obișnuit prin cuvîntul „navă” — ceva ca un transatlantic sau ca nava spațială *Enterprise* din serialul TV „Star Trek”.

Cîtă vreme avem de-a face cu astfel de nave e foarte greu, imposibil poate, să nu acceptăm obiectiile legate de un zbor care să dureze cîteva generații — întrebarea este: trebuie să avem de-a face cu astfel de nave?

Am descris la sfîrșitul capitolului precedent un sistem solar plin cu așezări spațiale — așezări destul de mari pentru a constitui lumi independente.

Astfel de așezări spațiale nu vor fi pur și simplu aprovizionate cu hrană și oxigen. Existența lor va fi asigurată de un echilibru ecologic care poate fi menținut la nesfîrșit, cu condiția să existe o sursă sigură de energie și posibilitatea unor minime întrețineri ale aparaturii. Ele nu vor avea un echipaj în sensul strict al cuvîntului. Așe-

¹ Lyman Spitzer a sugerat în 1951 ideea unor călătorii care să dureze cîteva generații, iar scriitorul Robert A. Heinlein a publicat încă în 1941 nuvela „Univers” în care este descrisă o astfel de călătorie.

zările vor fi populate de zeci de mii, poate chiar de zeci de milioane de oameni, pentru care așezarea spațială va fi propria lor planetă.

Vechile legături afective, care îi fixau pe coloniștii spațiului de Pământul strămoșilor lor și chiar de Soare, vor slăbi în timpul explorării treptate a sistemului solar și odată cu extinderea așezărilor pînă la centura de asteroizi și dincolo de ea.

Chiar faptul că Soarele le va apare mult mai mic coloniștilor aflați în zona centurii de asteroizi, mult mai palid, nu va reprezenta mare lucru. Chiar dacă Soarele va reprezenta o sursă de energie mai greu de exploatat, ei vor trece la fuziunea hidrogenului, trecere ușurată de prezența unor mari cantități de hidrogen în zona de dincolo de Marte a sistemului solar. Toate acestea vor face ca așezările să depindă din ce în ce mai puțin de Soare.

Să nu uităm că îndepărtarea față de Soare a unei așezări îi permite să atingă cu ușurință viteze care să o poată face să părăsească sistemul solar.

În cele din urmă, o colonie spațială va considera lipsită de sens rămînerea în sistemul solar, va face apel la o formă avansată de propulsie bazată pe fuziunea hidrogenului, își va părăsi orbita din jurul Soarelui și își va transporta încărcătura de sol, apă, aer, plante, animale și oameni, departe, în necunoscut.

De ce ?

De ce nu ?

Din curiozitate, poate. Din dorința de a afla ce e dincolo de orizont. Din curiozitatea și avîntul care au mărit încă din momentul apariției lor raza de acțiune a oamenilor, care au făcut oamenii primitivi să cutreiere continentele încă înainte de începuturile civilizației, care acum ne-au împins spre Lună și dincolo de ea.

Poate că și creșterea demografică va contribui la astfel de explorări. Mărirea numărului de așezări spațiale în construcție va afecta rezervele de hidrogen, va stîrni poate dificultăți în relațiile dintre așezările spațiale.

Și apoi, schimbarea nu va fi traumatică. Coloniștii spațiali nu pleacă de acasă, ei își iau casa cu ei. Cu excepția micșorării aparente a Soarelui și a creșterii dificultății de a menține contactul radio cu alte așezări (pînă cînd atît Soarele cît și contactul prin radio se vor pierde cu totul), trecerea de la o permanentă rotație în jurul Soa-

reliu la un permanent avans în Univers nu va reprezenta o schimbare importantă pentru locuitorii aşezărilor spaţiale.

Pierderea lentă a resurselor datorită unei reciclări defectuoase sau epuizarea hidrogenului nu trebuie să constituie motive de îngrijorare pentru colonişti. Atunci când o aşezare spaţială devine o lume-în-sine, care nu este legată de o stea, ea poate găsi combustibil oriunde în Univers.

Lumea ar putea să se deplaseze prin norul de comete de la marginea sistemului solar, căutînd printre cele 100 de miliarde de comete aflate în acea zonă un mic corp ceresc de gheaţă. Chiar şi un „mic corp ceresc“ va avea un diametru de cîţiva kilometri şi va conţine suficient carbon, hidrogen, azot şi oxigen pentru a compensa pierderile de materii volatile datorate unei reciclări defectuoase şi pentru a asigura suficient hidrogen drept combustibil pentru o perioadă suficientă de timp. (La urma urmei, lumea-în-sine nu va accelera sau frîna prea intens sau prea des. Cea mai mare parte a timpului şi-o va petrece zburînd fără motor.)

Odată găsită cometa, ea va fi capturată şi remorcată pentru a fi folosită drept sursă de materiale şi energie pentru mult timp. Cu vremea, şi să nu uităm o lume-în-sine are destulă vreme la dispoziţie, ar putea fi capturate şi remorcate un număr de comete care să constituie un adevărat şirag.

După trecerea de norul de comete, Universul nu se va dovedi cu totul pustiu. Şi alte stele au nori de comete în jurul lor, iar uneori vor fi găsite obiecte cosmice cu totul independente de vreo stea.

O astfel de călătorie ar evita toate dificultăţile menţionate anterior.

Lumea-în-sine se va deplasa destul de lent, astfel încît dispar problemele legate de rezistenţa opusă de gazele din spaţiu şi de ciocniri, iar necesităţile energetice sînt mult reduse de lipsa unor acceleraţii şi frînări intense. Locuitorii lumii-în-sine nu trebuie să fie nici nemuritori, nici congelaţi ; ei pot duce o viaţă obişnuită, la fel ca noi, pe o lume relativ mare, populată, într-un peisaj asemănător cu cel terestru şi sub efectul forţei centrifuge care le va oferi iluzia unei atracţii gravitaţionale egală cu cea terestră. Lumina „Soarelui“ va fi artificială, dar cu asta se poate obişnui oricine.

Mai mult decît atît, lumea-în-sine nu va fi construită de pămînteni şi nu va avea nevoie de investiţiile acestora. Ea va fi clădită de coloniştii spaţiali, la fel cum oraşele Americii au fost construite de americani şi nu de naţiunile europene din care au provenit strămoşii acestora. Lumea-în-sine nu va depinde de Pămînt.

Locuitorii lumii-în-sine nu vor fi obsedaţi de gîndul că urmaşii lor şi urmaşii urmaşilor lor îşi vor petrece viaţa „la bordul navei” — asta s-ar fi întîmplat în orice caz. Ei nu vor fi obsedaţi nici de ideea reîntoarcerii pe Pămînt după mii sau milioane de ani de absenţă. Este puţin probabil că vor cocheta măcar cu ideea reîntoarcerii pe Pămînt.

Pare destul de probabilă transformarea unui număr relativ mare de aşezări spaţiale în lumi-în-sine. Sistemul solar, care a avut nevoie de 4,6 miliarde de ani pentru dezvoltarea unei specii suficient de inteligente pentru a ajunge la o civilizaţie tehnologică, capabilă să construiască aşezări în spaţiu, ar putea intra în declin. Din el ar pleca în toate direcţiile lumile-în-sine, fiecare purtînd cîte o omenire ajunsă într-un echilibru ecologic cu celelalte forme de viaţă.

Poate chiar că însuşi Pămîntul, căminul nostru în spaţiu, îşi va pierde cu timpul importanţa, devenind, la scară cosmică, doar sursa istorică a lumilor-în-sine. El ar mai putea juca o vreme acest rol de sursă pînă cînd, dintr-un motiv sau altul, civilizaţia sa va îmbătrîni, va decădea şi se va sfîrşi definitiv. Aşezările spaţiale care au preferat să rămîină în sistemul solar vor îmbătrîni şi vor decade la rîndul lor, doar lumile-în-sine vor purta mai departe o omenire plină de vitalitate, în plină dezvoltare.

În cele din urmă, după trecerea multor generaţii, o lume-în-sine se va apropia de o stea. Nu va fi un simplu accident. Astronomii de pe lumea-în-sine vor studia cu multă atenţie stelele aflate pe o rază de cîţiva ani-lumină şi vor propune apropierea de cea mai interesantă. Ei ar putea studia astfel stele de tot felul: pitice albe, stele neutronice, găuri negre, uriaşe roşii, Cepheide variabile şi aşa mai departe, păstrînd o distanţă rezonabilă.

Astronomii ar putea propune apropierea de stele precum Soarele pentru a investiga (cu oarecare nostalgie poate) şansele de existenţă ale unei civilizaţii în apropierea stelei cu pricina. Poate că nu ar fi ispitiţi să debarce pe o planetă precum Pămîntul şi să suporte un mod de viaţă de

mult uitat, profund dezagreabil acum, cine știe, pe suprafața unei alte lumi. Pe o asemenea suprafață sistemul de reciclare este atât de vast, încît nu poate fi controlat, vremea are capricii, iar formele de viață existente pot fi antipatice.

Dacă ar exista lumi relativ mici la oarecare depărtare de stea, depărtare suficientă pentru a permite prezența materiei înghețate, a metalelor și rocilor — o centură de asteroizi ar fi ideală —, astronauții s-ar putea hotărî să construiască o nouă așezare spațială, abandonînd vechea lume-în-sine care, în ciuda reparațiilor, ar putea să fi ajuns la un grad avansat de uzură. (Ar fi o ocazie excelentă de a folosi noi proiecte și noi tehnologii pentru întreaga construcție.)

S-ar putea naște ispita unei lungi escale, dedicată în primul rînd construcției de noi și noi așezări în spațiu în noua centură de asteroizi.

Avantajele sînt evidente. De-a lungul anilor petrecuți în spațiu, lumea-în-sine a fost constrînsă să-și controleze strict creșterea populației. Escala ar reprezenta o șansă de înmulțire care va fi exploatată cu mult entuziasm.

Încă ceva, lumea-în-sine, deși infinit mai mare decît o navă spațială obișnuită, este totuși destul de mică pentru a obliga populația la o oarecare uniformitate a culturii și modului de viață. Construcția unui mare număr de așezări spațiale în timpul celor cîteva secole petrecute în noua centură de asteroizi ar reprezenta un bun prilej de diversificare a culturilor.

Cu timpul noile așezări spațiale vor îmbătrîni și vor lansa în spațiu o nouă generație de lumi-în-sine.

Ne putem chiar imagina două civilizații alternative : o formă mobilă, practicînd un control demografic strict — lumile-în-sine în derivă prin spațiul cosmic, și o formă stabilă, sedentară chiar, a cărei populație este în creștere — așezările spațiale din jurul unei stele.

Fiecare lume-în-sine în derivă prin spațiul cosmic își pierde în cele din urmă contactul cu baza, cu așezările în spațiu, cu alte lumi-în-sine. Ea devine o cultură izolată, în care apare o literatură proprie, forme de artă proprii, o lume cu propria ei filozofie, știință și chiar etnografie. Toate lumile-în-sine evoluează în acest fel și nici una nu va prezenta o strînsă asemănare cu vreo alta. Cu fiecare

escală într-un sistem solar și cu fiecare nouă plecare în spațiu, se va produce o adevărată explozie a diferențelor.

Asemenea variațiuni culturale ar putea duce la o infinită bogăție spirituală a întregii umanități, bogăție pe care nu o putem decât bănuî, îngrădiți cum sîntem de limitele sistemului solar. Dar omenirea nu va rămîne o veșnicie în acest spațiu restrîns.

Întîlnirea a două lumi-în-sine ar putea avea ca rezultat o extrem de interesantă interacțiune a culturilor respective.

Fiecare lume-în-sine ar fi observată de cealaltă de la mare distanță și ne putem imagina perioada apropierii ca pe o vreme de mare bucurie și de mare entuziasm pe fiecare dintre cele două lumi. Întîlnirea va reprezenta un ritual de o incomparabilă importanță; nici nu poate fi vorba de un simplu bună-ziua și la revedere ¹.

Să nu uităm că fiecare dintre lumi ar putea pune la dispoziția celeilalte o serie de date extrem de utile, de exemplu descrierea unor întregi sectoare ale spațiului cosmic pe care le-a explorat o lume-în-sine. Ar putea fi discutate noi teorii științifice și noi interpretări ale vechilor teorii. S-ar încinge pasionante conversații pe temele diferențelor de filozofie și de mod de viață. Ar fi efectuate schimburi de literatură, opere de artă, aparatură și instrumente.

Întîlnirea ar fi și o excelentă ocazie de reîmprospătare a potențialului genetic. Un schimb de populație (temporar sau permanent) ar putea reprezenta cea mai importantă realizare legată de o asemenea întîlnire. Schimbul de populație ar putea duce la o creștere a potențialului biologic, ar mări vigoarea ambelor populații.

Se poate însă ca, în timpul lungii despărțiri, să se fi produs suficient de multe mutații pentru a duce la o imposibilitate a fertilizării reciproce a celor două populații. Ele ar fi putut evolua devenind două specii diferite, dar chiar și în acest caz rămîne posibilă fertilizarea încrucișată pe plan intelectual (cu condiția depășirii unei bariere lingvistice inevitabile; chiar dacă două lumi-în-sine au

¹ Ar fi perfect plauzibilă existența unor lumi-în-sine care să aibă idei izolaționiste, care să fie speriate de alte lumi-în-sine, care să suspecteze alte lumi-în-sine și care să prefere să evite întîlnirile. Ar fi o raritate. Îmi pun mari speranțe în curiozitatea de care dau dovadă ființele inteligente.

avut la început aceeași limbă, pe fiecare dintre lumi s-a format un dialect cu totul deosebit de celălalt.)

Omenirea ar înceta astfel să aparțină doar Pământului și sistemului solar, ea ar aparține întregului Univers, în care s-ar împrăști mereu tot mai departe, formînd o imensă varietate de specii înrudite, pînă cînd Universul însuși ajunge să nu mai poată, într-un fel sau altul, încetul cu încetul, să permită existența vieții.

Ce ne facem însă cu inteligențele extraterestre ? Presupunînd că ele nu folosesc cîe știe ce tehnologii fantastice pe care noi nici nu ni le putem imagina, ar fi trebuit să adopte și ele direcția de dezvoltare care face lumile-în-sine să fie un fel practic (poate singurul) de a trimite organisme vii în spațiul interstelar.

Lumile-în-sine ar fi putut porni din mii și mii de diferite sisteme planetare și poate că multe dintre ele circulă în spațiu, oprindu-se în centurile de asteroizi ale stelelor, de miliarde de ani.

Poate că, dacă am fost vizitați de civilizații extraterestre, musafirii noștri au fost lumi-în-sine. În acest caz, ei nu ar fi vizitat Pământul (care i-ar fi interesat prea puțin), ci centura de asteroizi a sistemului nostru planetar.

Poate că atunci cînd așezările noastre spațiale vor ajunge în centura de asteroizi vom fi obligați să constatăm că nu sîntem primii care au reușit această performanță, vom găsi poate dovezi ale unei vizite efectuate cu multă vreme în urmă de lumi-în-sine care au părăsit demult această zonă a sistemului nostru planetar.¹

Există și posibilitatea ca lumile-în-sine să ocolească din principiu orice stea precum Soarele în jurul căreia se rotesc planete locuibile. La urma urmei, din punctul lor de vedere, orice stea este acceptabilă. Chiar dacă steaua este o gigantă efemeră, lumea-în-sine se poate menține la o distanță suficientă pentru a evita iradierea și nu are nevoie, să spunem, decît de un secol sau două pentru a construi noi nave interstelare din materialul planetar disponibil. Chiar și cea mai efemeră stea are o viață mult mai lungă decît perioada menționată. Sau avem de-a face (mult

¹ Romanticii plini de imaginație susțin că a existat cîndva o întreagă planetă pe o orbită situată între orbitele planetelor Marte și Jupiter, că o lume-în-sine a „demonstat” acea planetă pentru a obține materialul de construcție necesar unui mare număr de așezări spațiale și că centura de asteroizi reprezintă deșeurile rămase după terminarea proiectului.

mai probabil) cu întâlnirea cu o stea pitică rece ; în acest caz, lumea-în-sine nu îi va exploata energia, ci doar planetele din sistem.

Dacă această tehnică ar fi adoptată de suficiente civilizații, s-ar putea întâmpla ca o lume-în-sine populată de oameni, pătrunzînd într-un sistem planetar, să fie surprinsă de prezența unor lumi-în-sine populate de ființe nonumane.

Acesta va fi momentul istoric în care vom înțelege că natura inteligenței este cea care îi înrudește pe indivizi și că diferențele de formă, dimensiuni, aspect și comportare sînt nesemnificative.

Poate că plecarea în spațiu a lumilor-în-sine populate de oameni îi va ajuta pe aceștia să descopere că fac parte dintr-o imensă familie a inteligențelor, că se găsesc pe unul dintre nenumăratele drumuri pe care a evoluat Universul pentru a fi în stare să ajungă la înțelegerea de sine.

Și poate că împreună, omenirea și toate celelalte civilizații extraterestre vor avansa mai repede și vor ajunge mai departe decît ar fi putut să o facă izolate. Dacă avem vreo șansă de a învinge ceea ce considerăm astăzi drept lege a naturii, de a supune întregul Univers cu inteligența noastră, inteligență născută chiar de Univers, această șansă nu ne-o poate da decît efortul unit cu eforturile altor civilizații.

Capitolul 13

MESAJE

Emisie

Am ajuns la concluzia că există, în principiu, peste 500 000 de civilizații în Galaxia noastră, dar că singurul lor mod de a ieși din sistemul planetar căruia îi aparțin este sub forma de sonde interstelare sau de lumi-în-sine.

Ieșirea lor în spațiu nu este obligatorie. Marea majoritate a civilizațiilor, poate chiar toate, ar putea rămâne foarte bine în propriul lor sistem planetar. Sondele interstelare pe care le lansează pot fi astfel construite încât să nu poată debarca pe suprafața planetelor locuibile, limitându-se la observarea acestora din spațiu și la trimiterea spre casă a informațiilor culese. Orice lume-în-sine care ar ajunge în zona noastră ar fi interesată mai ales de materia și energia necesare supraviețuirii, și nu de contactul cu o civilizație sedentară.

Am reușit astfel să găsim o soluție rațională paradoxului reprezentat de o Galaxie bogată poate în civilizații, pe care noi nu le putem găsi.

Ce-i de făcut ?

Cel mai simplu și cel mai comod ar fi să nu facem nimic. Dacă civilizațiile extraterestre nu vor sau nu pot să intre în contact cu noi, ne vom vedea în continuare de treabă. Avem și așa destulă bătaie de cap.

O altă posibilitate ar fi reprezentată de lansarea unui mesaj prin care să încercăm să stabilim un contact. Chiar dacă civilizațiile extraterestre nu ne pot vizita, și nici noi pe ele, am putea stabili o comunicare de-a curmezișul spațiului, fie chiar cu un mesaj ca acesta : „Noi sîntem aici. Voi unde sînteți ?“

E o dorință atât de firească, încît chiar în secolul al XIX-lea, pe vremea cînd oamenii mai făceau speculații legate de existența vieții în alte lumi din sistemul solar și erau aproape convinși de existența unei civilizații pînă și pe Lună, erau propuse diverse metode de comunicare.

Matematicianul german Karl Friedrich Gauss (1777—1855) a propus plantarea unor păduri, în stepele din Asia Centrală, în forma unui uriaș triunghi dreptunghic cu pătrate pe fiecare latură. În interiorul triunghiului și al pătratelor ar fi trebuit să se planteze grîne care să coloreze uniform desenele geometrice. O civilizație aflată pe Lună sau pe Marte ar fi observat cu ușurință această reprezentare grafică a teoremei lui Pitagora și ar fi dedus cu ușurință că pe Pămînt există ființe inteligente.

Astronomul austriac Joseph Johann von Littrow (1781—1840) a propus o altă metodă, săparea unor canale și aprinderea în timpul nopții a unor forme geometrice îmbibate în păcură, care să plutească pe suprafața apei. Simbolurile matematice ar fi fost astfel văzute de presupușii locuitori ai altor lumi.

Inventatorul francez Charles Cros (1842—1888) a sugerat o idee mai simplă — folosirea unei imense oglinzi care să reflecte lumina solară în direcția planetei Marte. Oglinda ar fi putut fi manevrată în așa fel încît să emită semnale în codul Morse care să se constituie în mesaje emise (chiar dacă ele nu ar putea fi înțelese de către destinațari).

Realizarea unei comunicări cu civilizațiile extraterestre a stîrnit din ce în ce mai mult interes, pînă cînd, în 1900, a fost instituit la Paris un premiu de 100 000 de franci pentru prima tentativă reușită în acest domeniu. A fost însă exclusă comunicarea cu planeta Marte. Părea un lucru prea ușor ca să merite banii.

Toate aceste idei apărute în secolul al XIX-lea sînt, evident, inutile, întrucît nu există ființe inteligente nici pe Lună, nici pe Venus, nici pe Marte și e puțin probabil ca asemenea tehnici primitive să poată transmite mesaje la distanțe mai mari (nu sînt sigur că ar fi fost suficiente pentru distanțele modeste cărora le erau destinate).

Pe lingă aceasta, în secolul al XX-lea am reușit, fără să vrem, să trimitem mesaje mult mai spectaculoase, care nu ne-au cerut un efort deosebit.

Invenția iluminatului electric și intensificarea iluminării orașelor și șoselelor a făcut să crească substanțial

strălucirea suprafeței Pământului în timpul nopții, cel puțin în zonele industrializate și urbanizate. Astronomii de pe Marte, intrigati de creșterea intensității luminii emise de fața întunecată a Pământului, ar fi ajuns cu siguranță la concluzia că există o civilizație pe Pământ — în cazul când există astronomi pe Marte.

Ideile din secolul al XIX-lea se bazau pe utilizarea luminii întrucât aceasta reprezenta cea mai manevrabilă radiație care se poate propaga prin vid, cel puțin pe vremea aceea. Pe la începutul secolului al XX-lea au fost descoperite undele radio (asemănătoare cu undele de lumină, dar de un milion de ori mai lungi) care au început să fie utilizate. În 1900, inventatorul Nikola Tesla (1856—1943) propunea folosirea undelor radio ca purtătoare de mesaje către alte lumi.

Nu s-a făcut nici o încercare deosebită în acest sens, dar nici nu era cazul. Undele radio au fost produse cu o intensitate mereu crescândă în următoarele decenii. Unele au putut și au reușit să treacă de straturile superioare ale atmosferei, ceea ce a dus la formarea unei sfere radiante de unde radio care se îndepărtează de Pământ în toate direcțiile.

Revenind la astronomii de pe Marte, putem fi siguri că, în cazul în care au detectat această radiație și au observat creșterea intensității ei, au ajuns cu siguranță la concluzia că există o civilizație pe Pământ.

În a doua jumătate a secolului al XX-lea a devenit clară absența civilizațiilor extraterestre în sistemul solar și s-a ajuns la formularea unei noi destinații a mesajelor pe care le-am putea emite : stelele.

Lucrurile s-au încurcat binișor. În sistemul solar știm cel puțin încotro să ne îndreptăm mesajele — spre Venus, spre Marte sau spre altă planetă. În schimb, nu avem nici cea mai vagă idee care care ar fi steaua către care să ne îndreptăm comunicările.

O altă problemă : radiația orientată spre stele trebuie să conțină foarte multă energie dacă vrem să-și păstreze o intensitate suficientă, ținând seama de dispersia inevitabilă care se produce pe distanțe de ani-lumină, pentru a putea fi recepționată măcar în zona celor mai apropiate stele.

Noi trimitem, după cum am mai spus, mari cantități de unde radio în direcția stelelor, fără să vrem, ce-i drept. E vorba de unde radio care au trecut prin straturile supe-

rioare ale atmosferei și care reprezintă acum o sferă în continuă dilatare, o sferă cu un diametru de câteva zeci de ani-lumină. Marginea cea mai îndepărtată a acestei sfere a trecut de mult de stelele aflate în imediata noastră apropiere și, cu toate că intensitatea radiației este infimă, ea ar putea fi totuși recepționată pe undeva.

Poate însă că semnale atât de slabe nu ar constitui pentru astronomii de departe o dovadă incontestabilă a existenței unei civilizații în vecinătatea Soarelui nostru. Chiar dacă astronomii ar ajunge la concluzia că există o civilizație, amestecul complicat de semnale ar fi imposibil de descifrat și interpretat.

Am putea emite o rază concentrată de radiație care să conțină multe informații și care să împrăstie orice dubiu chiar dacă mesajul ca atare nu poate fi înțeles.

Pe moment însă nu dispunem de suficientă energie pentru a fi dispuși să împrăștiem mesaje în spațiu, mai cu seamă că nu cunoaștem nici o destinație exactă și nici nu putem spera la un răspuns în viitorul apropiat.

Ce putem face pentru a economisi energia cheltuită cu transmiterea mesajelor ?

Am putea trimite un obiect în chip de mesaj, un obiect care poate fi lansat la întâmplare în spațiu fără ca asta să coste prea mult. Evident, un obiect e mult mai greu de orientat exact decât un fascicol de radiații și are nevoie de un răstimp de zeci de mii de ori mai mare pentru a ajunge la destinație, dar are calitatea de a nu ne pune probleme prea serioase.

De fapt noi *am și trimis* un astfel de mesaj.

Pioneer 10, o sondă automată, a fost lansat spre Jupiter în ziua de 3 martie 1972. A trecut pe lângă Jupiter în luna decembrie 1973, apropierea maximă fiind realizată la data de 3 decembrie 1973, și a trimis spre Pământ un mare număr de fotografii, precum și alte informații care ne-au îmbogățit mult cunoștințele privind planeta uriașă.

Chiar dacă asta ar fi fost totul, chiar dacă, după ce ar fi trecut pe lângă Jupiter, *Pioneer 10* ar fi dispărut sau ar fi explodat sau, pur și simplu, n-ar mai fi funcționat, el ar fi meritat întrutotul timpul, efortul și banii investiți în el. Orice ar mai fi făcut după terminarea misiunii Jupiter, ar fi fost „gratuit“. Așa că adăugarea unui mesaj pe nava *Pioneer 10* nu ar fi costat mai nimic.

Pioneer 10 poartă într-adevăr un mesaj care i-a fost adăugat în ultimul moment, ca demonstrație de bravură.

Mesajul constă dintr-o placă de aluminiu aurit, de 15X23 cm., fixată pe suportul antenei lui *Pioneer 10*.

Pe placă sînt gravate informații a căror selecție le aparține astronomilor americani Carl Sagan și Frank Donald Drake. Cele mai multe informații depășesc cu mult capacitatea de înțelegere a majorității pămîntenilor. E vorba de detalii privind structura atomului de hidrogen, exprimate în cifre binare. Este descrisă situația pămîntului în raport cu cei mai apropiați pulsari, ale căror perioade sînt, de asemenea, exprimate în cifre binare. Întrucît pulsarii se află într-un punct anumit doar în anumite momente și întrucît rotația lor se încetinește proporțional cu trecerea timpului, informațiile menționate permit determinarea exactă a poziției Pămîntului în raport cu restul Galaxiei într-un moment al istoriei cosmice.

Mai figurează și o mică diagramă a planetelor din sistemul solar în care se poate vedea traiectoria urmată de *Pioneer 10* de la lansare și pînă la ieșirea din sistem.

Cel mai spectaculos element al plăcii este însă desenul care reprezintă chiar nava *Pioneer 10*, în fața căreia apar un bărbat și o femeie, dezbrăcați (desenați de Linda Salzman Sagan, soția lui Carl). Brațul bărbatului este ridicat într-un gest care va fi interpretat, sperăm, ca un semn de pace.

Va fi oare înțeles mesajul de către reprezentanții unei specii inteligente care l-ar găsi întîmplător? E aproape sigur că acest mesaj va fi găsit cîndva de reprezentanții unei specii inteligente care cutreieră Universul la bordul unei nave spațiale sau într-o lume-în-sing, specie despre care putem presupune că a ajuns la o tehnologie avansată după ce a înțeles concepte științifice importante. În principiu, ei ar trebui să înțeleagă sensul simbolurilor pur științifice. Sagan susține că desenele celor doi oameni i-ar putea încureca datorită lipsei totale de asemănare cu formele de viață pe care le cunosc ei. S-ar putea ca ei nici măcar să nu le recunoască ca forme de viață.

Astronauții ar studia chiar nava *Pioneer 10*, care le-ar putea spune mult mai multe despre Pămînt și despre pămîtenii decît ar putea-o face placa.

În ce direcție însă duce *Pioneer 10* această placă? El a trecut pe lîngă Jupiter, a cîștigat energie de la imensul

cîmp gravitațional al planetei și va trece în 1984 de hotarele orbitei lui Pluto cu o viteză de 11km/sec. Viteza aceasta îi va fi suficientă pentru a-l face să se îndepărteze pentru totdeauna de Soare, rătăcind timp de miliarde de ani, dacă scapă de ciocnirea cu un obiect destul de mare care să-l distrugă.

Pioneer 10 ar avea nevoie de 80 000 de ani pentru a străbate distanța de la Pămînt la Alpha Centauri. După această imensă perioadă de timp, el nu se va afla în apropiere de Alpha Centauri, nu de alta, dar nu se îndreaptă în direcția acesteia.

Să nu uităm că nava *Pioneer 10* nu a fost lansată în direcția unei stele. Ea a fost orientată spre Jupiter, în așa fel încît să ne ofere cît mai multe informații în legătură cu această planetă, iar direcția în care se îndreaptă după aceea, atunci cînd părăsește sistemul-solar, nu mai prezintă mare importanță.

Din întîmplare *Pioneer 10* se găsește pe o traiectorie care nu va trece prin apropierea ipoteticului sistem planetar al vreunei stele vizibile de pe Pămînt timp de cel puțin 10 miliarde de ani. Ea ar putea să se întîlnească, din pură întîmplare, cu o lume-în-sine în timpul lungii ei călătorii. Șansele acestei întîlniri sînt și ele cît se poate de mici, astfel încît nimeni nu crede că *Pioneer 10* va ajunge vreodată să întîlnească pe reprezentanții unei specii inteligente, în pofida drumului lung pe care-l are de făcut.

Atunci de ce ne-am deranjat ?

În primul rînd, fiindcă deranjul nu a fost prea mare. În al doilea rînd, mesajul ar putea să ajungă undeva și, chiar dacă cei care îl vor găsi sînt prea departe de noi pentru a reacționa într-un fel sau altul, chiar dacă mesajul va fi găsit mult după ce omenirea a dispărut, el va reprezenta un semn pe care l-am făcut Universului.

Am lăsat în urma noastră dovada că aici, pe această lume mică, a existat cîndva o specie inteligentă care a reușit să atingă performanța lansării unui obiect în stare să părăsească sistemul nostru solar. Avem și noi mîndria noastră !

Ne putem mări șansele trimițînd mai multe mesaje. O placă identică a fost fixată pe nava *Pioneer 11*, care va părăsi și ea sistemul solar, pe o traiectorie cu totul diferită de cea a navei *Pioneer 10*.

În fine, în 1977 au fost lansate sonde spațiale pe care se găsesc numeroase fotografii reprezentînd un mare număr de aspecte ale vieții pe Pămînt, împreună cu o înregistrare a nenumăratelor sunete produse pe Pămînt.

Recepție

Va mai trece o bună bucată de vreme pînă cînd vom fi în stare să trimitem mesaje mai complicate decît niște simple desene lansate la întîmplare.

Ideea transmiterii de mesaje întîmpină chiar o oarecare rezistență. Aceasta ar putea fi exprimată prin întrebarea : „De ce să atragem atenția asupra noastră ?“

Să presupunem că ne facem cunoscută existența. Nu ar fi asta o adevărată invitație adresată civilizațiilor mai avansate, care nu știau de noi pînă acum, să se îndrepte cu toată viteza spre lumea noastră cu intenția de a o cucerii, de a ne înrobi sau de a ne anihila ?

Mie mi se pare că nu poate fi în nici un caz vorba de așa ceva. Am expus într-un capitol anterior motivele pentru care, după părerea mea, o civilizație mult mai avansată decît a noastră din punct de vedere tehnologic trebuie să fie o civilizație pașnică. Și, chiar dacă nu sînt pașnice, civilizațiile sînt cu siguranță îngrădite de limitele propriului lor sistem planetar. Dacă, din întîmplare, ar exista o civilizație războinică care cutreieră spațiul, ea a studiat probabil toate stelele și este la curent cu existența noastră. Chiar dacă ne-a scăpat din vedere, cine știe de ce, ne-am dat de gol prin emisiunile de radio.

În consecință, nu are nici o importanță dacă semnalizăm sau nu, ceea ce nu potolește însă teama irațională legată de cele mai înspăimîntătoare posibilități imaginabile. Să presupunem că există civilizații extraterestre la fel de războinice și de agresive ca civilizația umană în cele mai penibile momente ale existenței ei, să presupunem că ele se pot deplasa în spațiu, că sînt în căutare de pradă proaspătă și că pînă acum nu ne-au găsit. Nu ar trebui să stăm cuminți și să păstrăm tăcere ?

Dacă acceptăm aceste argumente pur afirmative, nu ar trebui oare, de dragul liniștii noastre, să aflăm cît mai multe lucruri în legătură cu acești monștri ipotetici, chiar dacă stăm cuminți ? Nu ar trebui oare să vrem să aflăm care este pericolul, cît de mare este acest pericol, care este

cel mai bun mod de apărare sau, dacă e imposibil să ne apărăm, cum ne-am putea ascunde mai bine ?

Cu alte cuvinte, dacă renunțăm la orice încercare de a emite mesaje (care ar putea fi în orice caz ineficiente), nu ar trebui oare să facem toate eforturile pentru a recepționa mesaje ? Dacă recepționăm un mesaj și îl descifrăm și dacă nu ne place conținutul, nu avem nici un motiv să răspundem.

Am ști oare că recepționăm un semnal, dacă l-am detecta ? Ce trebuie să căutăm ?

Am putea fi optimiști, afirmînd că, deși nu știm cum vor suna semnalele, le vom recunoaște totuși la momentul potrivit. Descoperirea a ceea ce părea să fie o rețea de canale pe Marte a constituit o mare surpriză, dar a fost imediat interpretată ca semn al existenței unei civilizații avansate.

Știm acum că dacă vom primi un semnal de la ființe vii, acesta va proveni din sistemul planetar al unei alte stele (sau poate de la sonde automate sau de la lumi-în-sine aflate în spațiul interstelar). E foarte probabil ca aceste semnale să ne vină de la mulți ani-lumină depărtare și se naște întrebarea dacă este posibilă emisia unor semnale cu o energie atît de ridicată încît să poată fi recepționate la asemenea distanțe.

Poate că nu trebuie să judecăm toate civilizațiile după a noastră. Ceea ce nouă ni se pare un nivel energetic extrem de înalt poate să fie o nimica toată pentru o civilizație superioară. Astronomul sovietic N. S. Kardasev a sugerat în 1964 o împărțire a civilizațiilor în trei niveluri de dezvoltare. Nivelul I este similar cu al Pămîntului și dispune de intensități energetice prin arderea combustibililor fosili. Nivelul II poate exploata întreaga energie a propriei stele, dispunînd astfel de intensități energetice de 100 de bilioane de ori mai mari decît cele caracteristice nivelului I. Nivelul III poate exploata în întregime energia propriei Galaxii, dispunînd astfel de intensități energetice de 100 de miliarde de ori mai mari decît cele specifice nivelului II.

Un semnal emis de o civilizație aparținînd nivelului II ar putea avea o încărcătură energetică suficientă pentru a fi detectat în orice regiune a Galaxiei în care a fost emis. Un semnal provenit de la o civilizație aparținînd nivelului III ar putea avea o asemenea încărcătură energetică încît să fie detectabil oriunde în Univers.

Am putea contesta imediat aceste afirmații, susținând că tot nu recepționăm nici un fel de semnale; poate însă că nu ascultăm cu destulă atenție. Chiar dacă ni s-ar impune să ascultăm astfel de semnale, le-am recunoaște noi ca atare?

Astronomul Maarten Schmidt (n. 1929) a descoperit în anul 1963 quasarii, obiecte foarte îndepărtate, cu o strălucire extraordinară, care prezintă însă unele variațiuni neregulate ale luminozității. În 1968, astronomul britanic Anthony Hewish (n. 1924) a anunțat descoperirea pulsarilor, care emit pulsuri foarte regulate de radiație la intervale foarte scurte, dar care se măresc treptat și foarte lent. Din 1971 unele fluxuri dure de raze X, a căror intensitate prezintă variații neuniforme, au fost legate de existența găurilor negre.

Să fie oare aceste obiecte farurile emițătoare de semnale ale unor civilizații aparținând nivelurilor II și III? E drept că variațiile de intensitate par total neregulate în cazul quasariilor și găurilor negre și extrem de regulate în cazul pulsarilor, fără a părea să conțină în nici unul dintre cazuri genul de informații pe care l-am putea considera ca avînd o origine inteligentă. Nu ar putea însă această apreciere să provină doar din incapacitatea noastră de înțelegere?

Poate că da! Numai că, din punctul de vedere extrem de conservator al acestei cărți, este un „poate” cu o probabilitate extrem de redusă. Tot ce putem spune pe moment este că nu există nici un fenomen la scară mare în întreg Universul care să implice energii de o intensitate caracteristică stelelor și galaxiilor și care să dovedească cît de cît un conținut de informație inteligentă. Pînă cînd nu vom avea o asemenea dovadă nu putem lua o hotărîre.

Un semnal poate să nu fie un apel conștient, ci un simplu însoțitor involuntar al activităților unei civilizații. Ne luminăm orașele și șoselele de nevoie, pentru a asigura condiții optime ființelor umane, și ne trezim că am lansat un semnal destinat oricărei civilizații extraterestre care se găsește destul de aproape și este destul de atentă pentru a-l putea observa.

Dacă pe Marte ar fi existat, într-adevăr, canale, ele ar fi aprovizionat civilizația marțiană cu apa atît de necesară irigațiilor, și doar atît — pentru noi existența lor ar fi constituit un semnal.

La fel, o civilizație mai avansată ar putea comite cineștie ce acțiuni spectaculoase care s-ar face simțite la distanțe interstelare.

Freeman J. Dyson susține că, în cazul în care oamenii ar începe să exploreze și să exploateze spațiul cosmic, ei ar putea dori să se înmulțească pînă la limita numărului total care poate fi alimentat cu energie solară. În prezent, Pămîntul reține doar o cantitate infimă din lumina solară și aproape toată energia radiantă a Soarelui trece pe lângă corpurile reci din sistemul solar și se scurge în spațiu. Oamenii ar putea reuși în cele din urmă să dezmembreze diversele corpuri cerești din sistemul solar exterior pentru a construi un grup de lumi-în-sine pe care să-l aranjeze sub forma unei imense sfere în jurul Soarelui, sferă a cărei rază ar fi egală cu distanța dintre Soare și centura de asteroizi.

Întreaga energie a Soarelui ar fi absorbită și utilizată de lumile-în-sine. Bineînțeles că energia ar fi din nou radiată în spațiu de fața întunecată a fiecărei lumi-în-sine, însă numai sub forma radiației infraroșii. Privită de pe o altă stea, radiația solară ar părea că suferă o schimbare — de unde o bună parte a acestei radiații era emisă în domeniul luminii vizibile, acum ea a ajuns aproape în întregime în domeniul infraroșu. Schimbarea ar dura poate nu mai mult de două secole, o clipă doar, dacă judecăm astronomic.

Dacă am vedea de pe Pămînt că o stea, care pînă atunci a strălucit constant, începe să-și piardă strălucirea și se stinge după o vreme, putem fi aproape siguri că am urmărit activitatea unor ființe inteligente.

Se poate, numai că pînă acum nu am văzut încă așa ceva.

Putem ajunge la următoarele concluzii : 1) sîntem total incapabili să recepționăm semnale și ar fi cazul să nu ne mai deranjăm s-o facem ; 2) nu sînt emise nici un fel de semnale și nu e cazul să ne mai deranjăm ; 3) sînt emise semnale, dar conținutul lor în energie nu este chiar atît de spectaculos, nu de alta, dar nici civilizațiile care le emit nu sînt chiar atît de spectaculoase, ceea ce înseamnă că detectarea acestor semnale ne va cere un efort considerabil.

Nu putem accepta nici prima, nici a doua concluzie dacă nu o luăm în serios pe cea de-a treia.

Să ne ocupăm deci de semnalele cu un conținut scăzut

de energie (destul de ridicat însă pentru a putea fi detectate) și să vedem ce hram poartă.

Ele ar trebui să consiste într-un fenomen care poate să traverseze spații extrem de vaste și să aparțină uneia din următoarele trei categorii : 1) obiecte mari precum plăci gravate, sonde automate și lumi-în-sine ; 2) particule subatomice cu masă ; 3) particule subatomice fără masă.

Obiectele mari pot fi ignorate. Ele se mișcă încet și sînt extrem de ineficiente ca purtătoare de informație.

Particulele subatomice cu masă pot fi împărțite în două subclase, cele fără sarcină electrică și cele cu sarcină electrică. Particulele subatomice cu masă, dar fără sarcină electrică se deplasează în general destul de lent, motiv pentru care le putem elimina din discuție ca nepractice.

Particulele subatomice care au și masă, și sarcină electrică se pot deplasa rapid, întrucît ele sînt accelerate de cîmpurile electromagnetice legate de stele și de Galaxii, în general. De aceea, traversînd spațiile interstelare și intergalactice, ele ajung la viteze foarte apropiate de viteza luminii, avînd, în consecință, energii enorme.

Asemenea particule subatomice există oriunde, ele bombardează constant Pămîntul de o veșnicie. Le numim raze cosmice.

Apare o problemă, și anume : simplul fapt al accelerării acestor particule de către cîmpurile electromagnetice înseamnă că ele suferă o atracție sau o respingere, ceea ce le face să-și curbeze traiectoriile. Cu cît particulele cîștigă energie, curbarea traiectoriilor este din ce în ce mai modestă, dar, pe distanțe foarte mari, chiar și cea mai modestă curbare devine importantă. Mai mult, un fascicul de particule se dispersează treptat fiindcă cele cu energii mai înalte sînt deviate mai puțin decît cele cu energii mai scăzute.

Particulele din radiația cosmică ne bombardează din toate părțile, dar nu putem deduce din direcția lor de sosire care a fost punctul lor de plecare, fiindcă ne derutează întîlnirile lor anterioare cu diverse cîmpuri electromagnetice. Nu putem ști dacă un grup de particule care sosește la un loc, în mănunchi, arăta tot așa la plecare. Un semnal util trebuie să vină spre noi în linie dreaptă și să nu fie dispersat sau distorsionat, ceea ce elimină din competiție toate particulele subatomice cu masă.

Ne-au mai rămas doar particulele subatomice fără masă, dintre care cunoaștem doar trei categorii : neutrino, gravitonii și fotonii ¹.

Neavînd masă, toate aceste particule se deplasează cu viteza luminii ; nu există mesageri mai rapizi. Iată un punct în favoarea lor.

O particulă fără masă nu poate avea sarcină electrică, deci nu poate fi afectată de cîmpurile electromagnetice. Particulele fără masă pot fi afectate de cîmpurile gravitaționale, dar asta numai în regiunile unde asemenea cîmpuri au o intensitate extremă. Nici măcar într-un astfel de cîmp particulele fără masă nu ar fi dispersate. Toate și-ar curba traiectoria la unison. Întrucît intensitatea cîmpului gravitațional din spațiu este practic neglijabilă în orice punct, toate particulele fără masă ar ajunge la noi în linie dreaptă (aproximativ), nedispersate și nedistorsionate, chiar dacă vin de la miliarde de ani-lumină depărtare. Iată un al doilea punct în favoarea lor.

Recepția particulelor neutrino este extrem de dificilă întrucît interacțiunea lor cu materia este minimă. Un flux de neutrino poate trece printr-un strat de plumb gros de cîțiva ani-lumină fără a pierde mai mult de cîteva particule, prin absorbție.

O cantitate foarte mică poate fi totuși absorbită, chiar în fragmente relativ mici de materie, și s-ar produce destul de mulți neutrino pentru ca acea parte foarte mică, cea care a fost absorbită, să poartă un mesaj.

Numai că de obicei neutrino sînt produși în reacțiile nucleare din interiorul stelelor. Într-o stea precum Soarele se produc neutrino în cantități uriașe ². Cum o civilizație nu poate produce neutrino în cantități care să reprezinte ceva mai mult decît o fracțiune nesemnificativă a celor produși de propria ei stea, apare pericolul încării mesajului trimis de civilizație în fluxul imens de neutrino emis de stea. (Am putea enunța o regulă generală : mediul folosit pentru transmiterea mesajului trebuie să fie ușor

¹ Chiar dacă mai există categorii necunoscute, nu am putea, în nici un caz, să detectăm vreun mesaj trimis prin intermediul lor.

² Iată o afirmație de care sînt ceva mai puțin sigur astăzi decît eram acum cîțiva ani. În ultima vreme s-a încercat detectarea de neutrino produși de Soare ; numărul lor s-a dovedit a fi mult mai mic decît cel prevăzut de teorie. Astronomii nu au reușit încă să înțeleagă semnificația acestui fenomen. Rezultatele primelor experiențe sînt considerate provizorii ; oricum, dezamăgirea mea începe să se contureze.

de deosebit de zgomotul de fond. Nu se vorbește în șoaptă într-o cazangerie.)

Există o soluție. În timp ce reacțiile de fuziune ale nucleelor de hidrogen care se desfășoară în centrul stelelor produc neutrino, reacțiile de fisiune ale nucleelor masive, precum uraniul și toriul, produc particule înrudite, numite antineutrino.

Antineutrino nu au nici ei masă și nici sarcină electrică, fiind, am putea spune, imaginea în oglindă a particulelor neutrino. Antineutrino se comportă diferit de neutrino atunci când sînt absorbiți de materie, astfel că o civilizație care ar manipula cu grijă un fascicol de antineutrino ca purtător al unui mesaj ar reuși să se facă auzită chiar în prezența unui puhoi uriaș de neutrino.

Totuși, interceptarea acestor particule este atît de dificilă, încît nici o civilizație nu le-ar folosi pentru transmiterea mesajelor dacă ar avea la îndemîină o metodă mai acătării.

Gravitonii, particulele cîmpului gravitațional, nu sînt cu nimic mai buni. Gravitonii transportă o cantitate de energie atît de mică, infimă chiar, încît detectarea lor pune probleme și mai mari decît detectarea de neutrino. Pe lingă asta, ei se produc chiar mai greu decît neutrino. Pentru a produce o radiație gravitațională abia perceptibilă, cel puțin cu tehnologia pe care o avem la dispoziție, trebuie să accelerăm mase foarte mari — prin rotație, revoluție, pulsație, colaps și așa mai departe — într-un ritm structurat în vederea codificării. Ne putem permite fantezii, cum ar fi imaginarea unei civilizații atît de avansate încît face o stea gigantică să pulseze în alfabetul Morse, însă e puțin probabil că o civilizație avansată ar face asemenea nebunii dacă ar avea la îndemîină metode mai sigure și mai simple.

Am rămas cu ultima categorie de mijloace de comunicație : fotonii.

Fotoni

Radiația electromagnetică este compusă în întregime din fotoni, aceștia avînd diverse încărcături energetice ¹,

¹ Sau lungimi de undă. Cu cît mai mare este lungimea de undă, cu atît este mai joasă energia ; cu cît lungimea de undă este mai scurtă, cu atît energia este mai înaltă.

de la fotonii cu energii foarte înalte din razele gamma (cu lungimi de undă foarte scurte) pînă la fotonii cu energii foarte joase din cele mai lungi unde radio. Considerînd radiația o gamă, dacă energia se dublează de la un capăt la altul al gamei menționate (sau dacă se dublează lungimea de undă atunci cînd privim gama din direcția opusă), am cuprins exact o octavă. Tot spectrul radiației electromagnetice cuprinde zeci de octave, lumina vizibilă reprezentînd o singură octavă undeva pe la mijloc.

Orice obiect a cărui temperatură este diferită de zero absolut radiază fotoni cu diferite energii. La fiecare capăt al gamei radiației sînt doar puțini fotoni, iar la mijloc apare un vîrf, un maximum. Vîrfurile reprezintă fotoni cu o anumită energie. Cu cît crește temperatura, cu atît vîrfurile este situat în domeniul unor energii din ce în ce mai înalte.

În cazul obiectelor foarte reci, cu temperaturi în apropiere de zero absolut, vîrfurile radiației se găsesc în zona undelor radio. Obiectele aflate la temperatura camerei, ca noi de exemplu, au vîrfurile în domeniul infraroșu. Stelele reci au și ele vîrfurile într-o zonă a radiației infraroșii, deși emit suficienți fotoni de lumină vizibilă care dau stelei culoarea roșie. Stelele precum Soarele au vîrfurile în regiunea luminii vizibile. Pentru stelele foarte fierbinți, vîrfurile se găsesc în domeniul ultraviolet, deși ele emit destui fotoni de lumină vizibilă pentru a avea o culoare alb-albăstruie.

Cea mai mare parte a spectrului radiației electromagnetice nu poate trece prin atmosferă; lumina vizibilă pătrunde însă prin atmosferă, astfel că majoritatea ființelor vii au organe de simț care reacționează la fotonii ei. Pe scurt, vedem.

Sîntem ajutați și de celelalte simțuri, dar aici, pe Pămînt, orice obiect situat dincolo de limitele atmosferei ne transmite informații (pînă nu de mult) prin intermediul fotonilor luminii vizibile care ajung la noi de la acel obiect.

În consecință, pare normal să considerăm semnalele venite din spațiul cosmic prin prisma luminii vizibile. Vedem „canelele” de pe Marte, iar extraterestrii care privesc Pămîntul ar vedea marcajele executate de noi pe suprafața planetei sau luminile din timpul nopții.

Folosirea luminii în domeniul semnalizării este mult mai eficientă decît folosirea de neutrino sau gravitoni.

destul de intensă pentru a putea fi detectată la distanțe mult mai mari decât o rază de lumină obișnuită. Mai mult, raza laserului poate fi ușor identificată spectroscopic, simpla ei existență fiind dovada unei origini inteligente.

Există o presupunere care sună cam așa.

Spectrele stelelor asemănătoare cu Soarele conțin numeroase linii întunecate care reprezintă fotonii absenți — fotonii absorbiți preferențial de anumiți atomi din atmosferele stelare. Să presupunem că o civilizație planetară emite un fascicol laser intens cu exact același nivel energetic cu una dintre liniile întunecate mai proeminente din spectrul stelei proprii. Linia întunecată ar deveni strălucitoare.

Dacă am studia spectrul stelei și am observa că din el lipsește una dintre liniile întunecate caracteristice unui anume grup de atomi din atmosfera stelei, în timp ce toate celelalte linii întunecate caracteristice acelui grup de atomi rămân vizibile, am fi obligați să tragem concluzia că nivelul de energie absent a fost înlocuit prin mijloace artificiale. Asta ar însemna că ne aflăm în prezența unei civilizații.

Nici un asemenea fenomen nu a fost observat. Mai înainte însă de a ne lăsa pradă disperării, să vedem dacă nu există cumva moduri și mai simple de semnalizare. La urma urmei, nu putem avea pretenția absurdă a folosirii unui mod complicat de semnalizare atunci când există unul mai simplu; orice civilizație avansată va prefera metodele mai simple.

Microunde

Radiația electromagnetică situată în afara zonei luminii vizibile a fost descoperită la începutul secolului al XIX-lea. William Herschel a descoperit în 1800 regiunea infraroșie a luminii solare observând modul în care este afectat un termometru plasat dincolo de regiunea roșie a luminii vizibile. Fizicianul german Johann Wilhelm Ritter (1776—1810) a descoperit în anul 1801 regiunea ultravioletă a luminii solare observând modul în care se produc reacțiile chimice în zona de dincolo de violet a regiunii luminii vizibile.

Aceste descoperiri nu au influențat prea mult astronomia epocii. Cea mai mare parte a radiațiilor ultraviolete și infraroșii nu pătrunde în atmosferă, doar mici cantități de radiație ajung la noi de la Soare și de la stele.

Începînd din 1864, Maxwell, unul dintre autorii teoriei cinetice a gazelor, a pus la punct teoria electromagnetismului. Astfel a fost identificată pentru prima oară lumina ca radiație electromagnetică și a fost prevăzută existența multor octave de radiație de fiecare parte a regiunii luminii vizibile.

Fizicianul german Heinrich Rudolf Hertz (1857—1894) a detectat în anul 1888 o radiație cu lungimi de undă de 1 000 000 de ori mai mari decît ale luminii și cu niveluri energetice care erau, tocmai de aceea, de 1 000 000 de ori mai scăzute. Această nouă radiație a primit numele de unde radio.

Undele radio, datorită conținutului scăzut de energie, s-au dovedit a fi ușor de produs și, în pofida conținutului scăzut de energie, ușor de recepționat. Undele radio pot pătrunde prin tot felul de obiecte materiale care sînt opace la lumină. Undele radio pot ricoșa din straturile de particule încărcate aflate în partea superioară a atmosferei, spre deosebire de lumină, astfel încît ele pot urmări curbura suprafeței Pămîntului. Undele radio pot fi produse într-un mod coerent fără mari probleme, încît un fascicol concentrat poate parcurge distanțe foarte mari și poate fi modulat cu ușurință pentru a transmite mesaje.

Din toate aceste motive, undele radio par a fi ideale pentru comunicațiile la distanțe mari, eliberîndu-ne și de povara cablurilor de care avea nevoie telegrafia. Prima aplicație practică în acest domeniu a undelor radio a fost realizată de inginerul italian Guglielmo Marconi (1874—1937). El a transmis în anul 1901 un semnal radio peste Atlantic, performanță considerată drept inventarea radiofoniei.

De atunci, mereu îmbunătățit, radioul a devenit un mijloc de comunicație din ce în ce mai important. Din ce în ce mai multă lume era convinsă că o civilizație tehnologică va folosi comunicațiile prin radio, preferîndu-le oricărui alt mod de comunicație.

De aceea, atunci cînd planeta Marte s-a apropiat foarte mult de Pămînt, în anul 1924, s-au făcut încercări de recepție a semnalelor de radio aparținînd presupusei civilizații care a construit rețeaua de canale. Nu s-a recepționat nimic.

Într-un fel, nu era o mare surpriză. Straturile de atomi cu sarcini electrice din partea superioară a atmosferei, care reflectă undele radio emise de pe Pămînt și le mențin în

apropierea suprafeței terestre în loc să le dea voie să plece în spațiu, ar reflecta la fel de bine undele radio venite din spațiu și nu le-ar permite să ajungă pe suprafața Pământului.

Karl Guthe Jansky (1905—1950), un inginer care lucra la compania de telefoane Bell, a detectat în anul 1931 un semnal ciudat, în timp ce încerca să afle care este sursa zgomotului de fond care împiedica dezvoltarea tehnicii radio-telefoniei. Semnalul venea din cer. Era prima indicație a existenței unor unde radio foarte scurte, întinse pe o mare gamă de frecvențe, numite microunde, care pot pătrunde cu ușurință prin atmosfera terestră. Avem deci de-a face cu două tipuri de radiație electromagnetică ce ne vine din cer : o bandă îngustă de lumină vizibilă și o bandă largă de microunde.

În luna decembrie 1932 s-a dovedit că Jansky recepționase unde radio venite din zona centrului galactic, știre care a fost publicată pe pagina întâia a ziarului *New York Times*. Unii astronomi, precum Jesse Leonard Greenstein (n. 1909) și Fred Lawrence Whipple (n. 1906), au apreciat de îndată posibilitățile deschise de această descoperire, dar nimeni nu i-a găsit o aplicație practică imediată. Nu existau pe atunci instrumente destul de perfecționate pentru a se putea detecta o asemenea radiație. S-a găsit însă un inginer, Grote Reber (n. 1911), care a luat-o în serios. El a construit o instalație care să detecteze undele radio venite din ceruri (un „radiotelescop“) și a început să studieze în 1938, folosind drept observator o magazie, regiuni din ce în ce mai mari ale cerului pentru a măsura intensitatea emisiei radio a diferitelor zone.

Perfecționarea radarului, legată de al doilea război mondial, a schimbat totul. Radarul folosește microundele, astfel că tehnologia microundelor a avansat foarte rapid, iar după război radioastronomia a devenit simbolul unei noi revoluții în știință, la fel de importantă cum fusese în urmă cu trei secole și jumătate marea invenție a lui Galilei, telescopul optic.

În doar câteva decenii au fost construite radiotelescoape a căror sensibilitate la microunde depășește cu mult performanțele telescoapelor optice în domeniul detectării luminii. Sursele de microunde pot fi detectate la distanțe mult mai mari decât cele la care putem observa lumina sau alte radiații cu energii echivalente acesteia. Putem detecta microunde provenite de la orice stea din Galaxie, chiar

dacă microundele pe care le recepționăm nu au fost emise cu energii mai mari decât cele de care dispunem noi în prezent.

Sursele de microunde pot fi localizate cu mare precizie, iar diferitele varietăți de microunde pot fi diferențiate cu ușurință. Microundele nu sînt mascate de zgomotul de fond. În general, în cele mai multe regiuni ale cerului, radiația de microunde nu are intensitatea radiației luminoase și chiar în zonele cu o abundență de microunde s-ar putea ca o civilizație să emită cu ușurință un semnal, pe o anumită lungime de undă, care să fie mult mai puternic decât zgomotul de fond *pe acea lungime de undă*.

Ideea este următoarea : dacă o civilizație are intenția să transmită mesaje, ea va ajunge cu siguranță la concluzia că microundele reprezintă un mijloc natural mai bun și mai ieftin de transmitere a acestor mesaje decât lumina — sau decât orice altceva.

Se pare că am găsit un răspuns. Pentru a emite sau recepționa mesaje la distanțe interstelare trebuie să folosim microundele.

Dar la ce nivel de energie, sau pe ce lungime de undă, trebuie să așteptăm sosirea mesajului ? Receptoarele pot fi acordate doar pe o anumită lungime de undă, iar dacă mesajul sosește pe altă lungime de undă, îl vom rata. Pe de altă parte, tentativa de a asculta pe toate lungimile de undă posibile ar mări și dificultățile, și costul recepției. Cum am putea însă să știm ce e în mintea extraterestrilor, cum am putea ghici pe ce lungime de undă sînt ei dispuși să transmită ?

Neavînd condiții de efectuare a observațiilor astronomice în timpul celui de-al doilea război mondial, astronomul olandez Christoffell Van de Hulst (n. 1918) a efectuat calcule care par să arate că atomii reci de hidrogen suferă uneori o modificare a configurației care rezultă în emisia unui foton de microunde cu o lungime de undă de 21 de cm.

Fiecare atom de hidrogen suferă destul de rar această modificare, dar, ținînd seama de numărul total al atomilor de hidrogen din spațiu, foarte mulți suferă această schimbare în fiecare clipă, astfel că, dacă Van de Hulst a efectuat calculele în mod corect, microundele produse de atomii de hidrogen trebuiau să fie detectabile. Fizicianul american Edward Mills Purcell (n. 1912) le-a și detectat în anul 1951.

În spațiul interstelar atomii de hidrogen predomină,

iar lungimea de undă de 21 de cm. constituie o radiație universală care poate fi recepționată oriunde. Orice civilizație care a ajuns la nivelul nostru de dezvoltare va avea și radioastronomi și putem fi siguri că aceștia vor avea instrumente capabile să recepționeze lungimea de undă de 21 de cm., chiar dacă nu ar fi dispuși să-și bată capul cu altceva. Pare neîndoielnic că ei ar emite mesaje pe o lungime de undă pe care o pot și recepționa, despre care sînt siguri că reprezintă un punct comun de acord radio pentru toate celelalte civilizații.

Așa s-a ajuns la ideea fizicienilor Philip Morrison și Giuseppe Cocconi de a căuta semnale extraterestre în banda de 21 de cm. lungime de undă.

Numai că această lungime de undă ne pune o problemă, în regiunea ei radiația de fond este cea mai intensă și probabil cea mai capabilă de mascarea mesajelor — mai cu seamă în regiunea Căii Lactee. Se pare deci că ar mai trebui să căutăm și prin altă parte, poate pe la 42 de cm. sau pe la 10,5 cm., nu de alta, dar dublarea sau înjumătățirea lungimii de undă de 21 de cm. este cel mai simplu mod de a o folosi ca bază a mesajului fără a o folosi însă ca atare.

A mai fost sugerată utilizarea hidroxilului, o combinație de doi atomi, unul de hidrogen și unul de oxigen, care, pe lângă hidrogenul însuși, reprezintă cel mai răspândit emițător de microunde din spațiul interstelar. Emisia sa de microunde are o lungime de undă de 17 cm.

Întrucît hidrogenul și hidroxilul alcătuiesc la un loc apa, zona de microunde cuprinsă între 17 și 21 cm. lungime de undă este uneori numită „adăpătoarea“. E un nume foarte potrivit, fiindcă sperăm că diferitele civilizații vor emite și vor recepționa mesaje în această regiune, tot așa cum diferitele specii de animale vin să bea apă la adăpătorile reale de pe Pămînt.

Prima încercare serioasă de a asculta pe lungimea de undă de 21 de cm. în speranța detectării unor mesaje ale civilizațiilor extraterestre a fost făcută în anul 1960. Ea s-a desfășurat în Statele Unite sub conducerea lui Frank Drake, care a numit-o „Proiectul Ozma“. Poate că vă amintiți că Ozma este prințesa din Oz, țara îndepărtată din cer, țara din binecunoscuta poveste a copilăriei noastre. La urma urmei, astronomii căutau să-și dovedească și lor existența unor țări pe cer, țări aflate și mai departe decît țara Oz.

Ascultarea a început la ora 4 dimineța în ziua de 8 aprilie 1960, fără nici un fel de publicitate, deoarece astronomii se temeau să nu fie ridiculizați. Operațiunea a continuat timp de 150 de ore, pînă în luna iulie, iar apoi proiectul a fost declarat încheiat. Se asculta în așteptarea unui semnal emis într-o bandă foarte îngustă de lungimi de undă, semnal care să aibă variațiuni nici perfect ordonate, nici total întîmplătoare. Nu a fost detectat nici un astfel de semnal.

După proiectul Ozma, s-au mai făcut cîteva asemenea încercări, în Statele Unite, în Canada și în Uniunea Sovietică. Nu au fost consemnate rezultate pozitive, dar trebuie să recunoaștem că toate căutările au fost scurte și superficiale, cel puțin pînă acum.

Astronomii mai speră încă în posibilitatea unor descoperiri accidentale. Cînd au fost descoperiți pulsarii (stele foarte mici, foarte dense, cu o rotație foarte rapidă, rămășițe ale colapsului care urmează unei explozii de supernovă), în 1967, succesiunea surprinzător de regulată a pulsurilor de microunde emise de aceștia i-a făcut pe astronomi să creadă, pentru scurtă vreme, că recepționează mesaje cu o origine inteligentă. Ei s-au referit la acest fenomen sub prescurtarea M.O.V. („micii omuleți verzi”) ¹. Pulsurile s-au dovedit destul de repede mult prea regulate pentru a putea conține un mesaj, așa că s-au găsit explicații ceva mai puțin dramatice.

Dacă vrem să continuăm cu speranțe de succes căutarea mesajelor civilizațiilor extraterestre, e neapărat nevoie să acordăm acestei căutări mai mult timp decît i s-a acordat în cadrul proiectului Ozma ; trebuie să studiem mai multe stele, trebuie să folosim un echipament mai complicat. Pe scurt, avem nevoie de un proiect mult mai costisitor.

Unde ?

În 1971, un grup de cercetători de la NASA, condus de Bernard Oliver, a lansat o idee care avea să devină cunoscută sub numele de „Proiectul Ciclop”.

¹ Aluzie la o poezie a celebrului poet englez Edward Lear, nemuritorul autor al „Rimelor fără noimă”, care au făcut și mai fac deliciul a nenumărate generații de copii, și mai ales de adulți.
— *Nota trad.*

Era vorba de o mare rețea de radiotelescoape¹, fiecare cu un diametru de 100 de metri, fiecare acordat pentru recepția microundelor din regiunea adăpătoarei.

Rețeaua ar trebui să fie compusă din 1026 de astfel de radiotelescoape, manevrate la unison de un sistem computerizat. Întreaga rețea ar fi echivalentă cu un singur radiotelescop cu un diametru de 10 kilometri.

O asemenea rețea ar putea detecta un semnal extrem de slab, ca, de pildă, emisia de microunde a Pământului, de la o distanță de 100 de ani-lumină; un semnal emis în mod deliberat de altă civilizație ar putea fi detectat chiar de la o distanță de cel puțin 1000 de ani-lumină.

Suprafața Pământului nu reprezintă însă cel mai bun loc de construcție pentru o asemenea rețea de radiotelescoape. Dacă am putea-o construi în spațiul cosmic sau măcar pe fața nevăzută a Lunii, rețeaua ar putea fi protejată de zgomotul de fond al microundelor Pământului.

Proiectul Ciclop nu va fi nici ușor de realizat, nici prea ieftin. Costul estimativ al construcției, întreținerii și utilizării rețelei s-ar situa între 10 și 50 de miliarde de dolari, chiar dacă ținem seama de computerizarea totală a instalației, ceea ce ar micșora cuantumul salariilor destinate operatorilor umani.

Orice simplificare a căutării, orice ar face-o mai rapidă, ne-ar ajuta foarte mult. Sînt locuri pe cer care ar trebui explorate înaintea altora, locuri care ar putea reprezenta surse mai probabile de emisie a mesajelor.

Unde or fi aceste locuri ?

Ar trebui să cercetăm în primul rînd zona din vecinătatea unei stele în care ar putea exista o civilizație planetară cu surse abundente de energie la dispoziție. (Poate că și lumile-în-sine, sau sondele automate, aflate mai aproape de noi decît orice stea, ne trimit semnale, dar nu putem ști nicicum pe unde se găsesc ele, ceea ce înseamnă că nu avem la dispoziție o țintă în direcția căreia să ne îndreptăm antenele.)

N-ar fi rău să căutăm semnale provenind de la o stea apropiată, și nu de la una îndepărtată, nu de alta, dar fascicolul de microunde va fi cu atît mai intens și mai ușor de detectat cu cît e mai aproape sistemul planetar din care a fost emis.

¹ Un radiotelescop seamănă foarte bine cu un ochi rotund, care privește, evident metaforic, spre cer. Cuvîntul *Ciclop* înseamnă *ochi rotund* în greaca veche.

Ar trebui să ne stabilim ca obiectiv o stea precum Soarele, în jurul căreia ar putea exista planete locuibile.

Primele cercetări ar trebui să se orienteze spre stelele izolate fiindcă, deși stelele binare ar putea poseda planete locuibile în jurul lor, șansele par a fi mai mari în cazul stelelor izolate.

Întîmplător, nu există decît șapte stele izolate, asemănătoare cu Soarele, pe o rază de vreo 20 de ani-lumină depărtare de noi, ele fiind :

Steaua	Distanța (în ani-lumină)	Masa (masa solară = 1)
Epsilon Eridani	10,8	0,80
Tau Ceti	12,2	0,82
Sigma Draconis	18,2	0,82
Delta Pavonis	19,2	0,98
82 Eridani	20,9	0,91
Beta Hydri	21,3	1,23
Zeta Tucanae	23,3	0,90

Nici una dintre aceste stele nu are un nume celebru, celebritățile stelare sînt, de obicei, foarte strălucitoare, prea mari și cu vieți prea scurte pentru a se potrivi cu civilizațiile.

Stelele vizibile cu ochiul liber, chiar dacă nu sînt foarte strălucitoare, poartă numele constelației lor. De regulă, ele sînt clasificate în ordinea strălucirii sau după poziție, folosindu-se litere grecești (alpha, beta, gamma, delta, epsilon, zeta și așa mai departe) sau cifre arabe.

Stelele din tabelul de mai sus se află în constelațiile Eridanus (Fluviul), Cetus (Balena), Draco (Dragonul), Pavo (Păunul), Hydrus (Șarpele de apă) și Tucana (Tucanul)¹.

Dintre cele șapte stele menționate în tabel, trei — Delta Pavonis, Beta Hydri și Zeta Tucanae — sînt situate destul de departe spre sud pentru a fi invizibile în emisfera nordică, mult mai bogată atît în observatoare, cît și în astronomi. Altă stea, 82 Eridani, este vizibilă, dar se află prea des aproape de orizont.

Putem alege trei ținte acceptabile : Epsilon Eridani, Tau Ceti și Sigma Draconis. La sugestia astronomului Otto Struve, proiectul Ozma s-a orientat asupra stelelor Epsilon Eridani și Tau Ceti.

Cu toate că aceste șapte stele, mai cu seamă cele trei

¹ Pasăre tropicală din America de Sud. — *Nota trad.*

vizibile din emisfera nordică, reprezintă ținte ideale pentru prima etapă a cercetării, nu e cazul să renunțăm dacă rezultatele vor fi negative. Existența a șapte ținte adecvate pe o rază de 23 de ani-lumină înseamnă că putem găsi cel puțin 500 000 de astfel de ținte pe raza de 1000 de ani-lumină accesibilă rețelei de radiotelescoape din proiectul Ciclop.

Ar fi ideal să le ascultăm pe toate. Înainte de a renunța la orice speranță ar trebui să studiem tot cerul, minăți de ideea posibilității existenței unor civilizații extraterestre în apropierea unor stele mai ciudate — sau doar de dragul tentativei de a recepționa semnale provenite de la sonde sau de la lumi-în-sine care s-ar afla destul de aproape de noi, fără ca noi să știm.

Ar fi cazul să studiem chiar și benzile de frecvență care nu fac parte din zona adăpătoarei. Nu se știe niciodată...

De ce ?

Și totuși, trebuie să ne întrebăm : de ce trebuie omenirea să caute semnale provenite de la civilizațiile extraterestre ? De ce să cheltuim zeci de miliarde de dolari cînd știm prea bine că s-ar putea să nu găsim nimic ?

La urma urmei, ce-ar fi dacă, în pofida raționamentelor prezentate în această carte, nu există civilizații extraterestre ?

Sau poate că există, dar dacă nu sînt suficient de aproape de noi pentru a le putea detecta semnalele ?

Sau poate că există, dar nu emit semnale ?

Sau poate că există și emit semnale într-un mod care ne scapă cu totul ?

Sau poate că nu ne scapă, dar nu vom reuși să înțelegem semnalele pe care le vom recepționa ?

Toate acestea sînt posibile, așa că vom pune răul înainte și vom presupune că, în ciuda eforturilor noastre, nu vom recepționa niciodată nici un semnal inteligibil.

În acest caz, am risipit oare banii ?

Poate că nu. Să presupunem că atît construcția proiectului Ciclop, cît și explorarea cerului ar dura 20 de ani și ar costa 100 de miliarde de dolari. Aceasta înseamnă 5 miliarde de dolari pe an într-o lume care cheltuiește 400 de miliarde de dolari pe an doar pentru înarmare.

Banii cheltuiți pentru înarmare nu fac altceva decît

să sporească ura și furia, să mărească șansa anihilării reciproce a națiunilor terestre, poate a întregii omeniri, pe cînd căutarea inteligențelor extraterestre ne-ar putea uni. Simpla idee a existenței unor civilizații mult mai avansate decît a noastră, ideea unei Galaxii pline de asemenea civilizații, ne arată cît de meschine sînt conflictele noastre, cît de rușinos este refuzul nostru de a coopera. Și chiar dacă eșecul acestei căutări ne va face să ne dăm seama că reprezentăm, în cele din urmă, singura civilizație din Galaxie, nu ar trebui asta să ne facă să înțelegem cît de prețioasă este lumea noastră, și noi înșine, să ne facă să înțelegem că nu merită să riscăm totul în certuri copilărești ?

Ar fi oare o risipă dacă nu ne-am alege cu nimic ?

În primul rînd, simpla tentativă de realizare a proiectului Ciclop ne va face să învățăm o mulțime de lucruri despre radioastronomie și va îmbunătăți apreciabil tehnologia aferentă, chiar înainte de prima observație efectuată.

În al doilea rînd, e nevoie de multă experiență, de multă delicatețe, de multă perseverență, de multă putere, pentru a cerceta cerul ; ar fi imposibil să nu descoperim o mulțime de lucruri noi, legate de Univers, care să nu aibă nimic de-a face cu civilizațiile avansate. Chiar dacă nu vom reuși să detectăm semnalele altor civilizații, nu ne vom întoarce cu mîna goală.

Nu știm ce descoperiri vom face, nu știm ce vom afla, nu știm cît de utile ne vor fi aceste descoperiri, dar omenirea (în momentele ei cele mai bune) a pus și pune mare preț pe cunoaștere. Capacitatea de a aprecia cunoașterea doar de dragul cunoașterii ar putea reprezenta una din deosebirile dintre o specie inteligentă și una mai puțin inteligentă, dintre o cultură în plină înflorire și o cultură intrată în decadență.

Nu trebuie să ne temem de transformarea cunoașterii într-un scop în sine. Cunoașterea, inteligent folosită, a ajutat omenirea în trecut ; să sperăm că va continua să o ajute și în viitor.

Să presupunem însă că vom găsi un semnal oarecare și vom ajunge la concluzia că este un semnal aparținînd unei inteligențe. La ce ne va folosi asta ?

Poate că nu va fi un semnal destinat nouă ; nimeni nu vrea să ne atragă atenția sau să ne spună ceva. Ar putea fi un simplu accident tehnologic, un efect al activității co-

tidiene, identic cu sfera de microunde pe care Pământul a lansat-o în spațiu, în toate direcțiile.

Simpla recunoaștere a unui semnal ca reprezentare a unei civilizații îndepărtate, fie ea și inaccesibilă, o civilizație de la care nu putem afla nimic, ar fi de ajuns.

Gîndiți-vă la semnificația psihologică a evenimentului. Înseamnă că undeva există¹ o civilizație care, judecînd după intensitatea semnalelor sale, este mult mai avansată decît a noastră. Am fi încurajați de faptul că măcar un singur grup de ființe inteligente a ajuns la nivelul nostru de tehnologie și a reușit nu numai să evite autodistrugerea, ci să supraviețuiască și să progreseze. Dacă ei au reușit, de ce nu am reuși și noi ?

Acest gînd, care ne-ar ajuta să nu ne pierdem curajul în timp ce încercăm să rezolvăm imensele probleme care ne stau în față, ne-ar putea ajuta să găsim și noi soluții. Ar putea fi impulsul crucial care să modifice orientarea noastră dinspre distrugere spre supraviețuire.

Ar fi imposibil să nu obținem și alte informații în afară de simpla existență a semnalului. Chiar dacă semnalul nu conține un mesaj inteligent, sau cel puțin un mesaj pe care să-l înțelegem, caracteristicile sale ne-ar putea spune cît de repede se mișcă planeta emițătoare în jurul stelei sale și în jurul propriei axe, împreună cu multe alte detalii fizice care i-ar fascina pe astronomi, fiindu-le și de mare folos.

Poate că vom recunoaște prezența unor informații utile în mesaj, fără să fim în stare să le înțelegem sensul.

Ar fi mesajul inutil ? Bineînțeles că nu. El ar reprezenta o adevărată provocare adresată inteligenței noastre, un joc fascinant în sine. Fără a trage concluzii în privința unor elemente specifice ale informațiilor, am putea ajunge la generalizări interesante în privința psihologiei extra-terestre — și asta înseamnă cunoaștere.

Pînă și cea mai modestă descifrare a unui fragment de cod ne-ar putea interesa. Să presupunem, de dragul discuției, că deducem din mesaj o aluzie la cine știe ce relație matematică care ne-ar deschide o nouă cale spre un domeniu al fizicii — ar putea fi vorba chiar de ceva foarte simplu. Să nu uităm că progresul științei nu se desfășoară în vid. O idee nouă va stimula apariția altor idei și va

¹ Pe de altă parte, absența detecției nu înseamnă absența emisie. Poate că nu știm unde să căutăm, în ce fel să căutăm, sau ce tehnică să folosim. Poate că greșim în toate trei privințele.

mări, în cele din urmă, ritmul progresului cunoașterii științifice.

Dacă vom reuși să descifrăm în întregime mesajul, vom putea să înțelegem și ce fel de civilizație l-a emis, una pașnică sau nu.

Dacă avem de-a face cu o civilizație războinică și periculoasă (ceea ce, după părerea mea, este foarte puțin probabil), cunoștințele cîștigate ne vor convinge să păstrăm tăcerea, să nu răspundem, să învățăm să ne ascundem prezența în spațiu, să evităm orice ne-ar trăda existența în acest colț al Universului. Poate că din cele aflate am reuși să învățăm cum să ne apărăm mai eficient în cazul unui contact dezagreabil.

Dacă credem însă că emițătorii mesajului aparțin unei civilizații pașnice și benigne, sau unei civilizații care nu poate ajunge la noi, indiferent căreia dintre categorii i-ar aparține, ne-am putea hotărî să răspundem, folosind codul pe care abia l-am descifrat.

Acea civilizație s-ar putea găsi destul de departe de noi, pentru ca, datorită limitei impuse de viteza luminii, să nu primim răspunsul decît peste cel puțin, să spunem, un secol. Așteptarea nu ne va afecta prea mult. Ne putem vedea de treabă și în timp ce așteptăm, așa că nu avem nimic de pierdut.

Civilizația avansată de la celălalt capăt al firului, aflînd că cineva o ascultă atunci cînd primește răspunsul nostru, ar putea răspunde imediat. Chiar dacă vom aștepta un secol, vom fi supuși, începînd din clipa primirii răspunsului, la un curs intensiv de civilizație extraterestră sub toate aspectele ei.

Nu putem ști cît de utile ne vor fi informațiile primite, dar ele nu pot fi în nici un caz inutile.

Dacă am adopta o atitudine profund romantică și am crede că limita vitezei luminii poate fi depășită și că există o pașnică și benignă Federație Galactică a Civilizațiilor, simpla descifrare a mesajului urmată de curajosul nostru răspuns vor reprezenta cererea noastră de adeziune la această federație.

Cine știe ?

Chiar dacă nu ținem seama de imensa curiozitate care a mînat dintotdeauna omenirea, de imensul interes care ne animă în găsirea răspunsului la întrebarea privind existența altor civilizații în Univers în afară de a noastră, sînt

convins că orice am face în tentativa de a răspunde la această întrebare ne va fi util și ne va ajuta.

De aceea, de dragul nostru al tuturor, să renunțăm la nesfârșitele noastre certuri inutile și sinucigașe și, uniți pentru a ne realiza scopul — supraviețuirea, învățarea, expansiunea —, să atingem un nou nivel al cunoașterii.

Să luptăm pentru a cuceri un Univers care ne așteaptă ; singuri, dacă trebuie, sau împreună cu alții, dacă ei există.

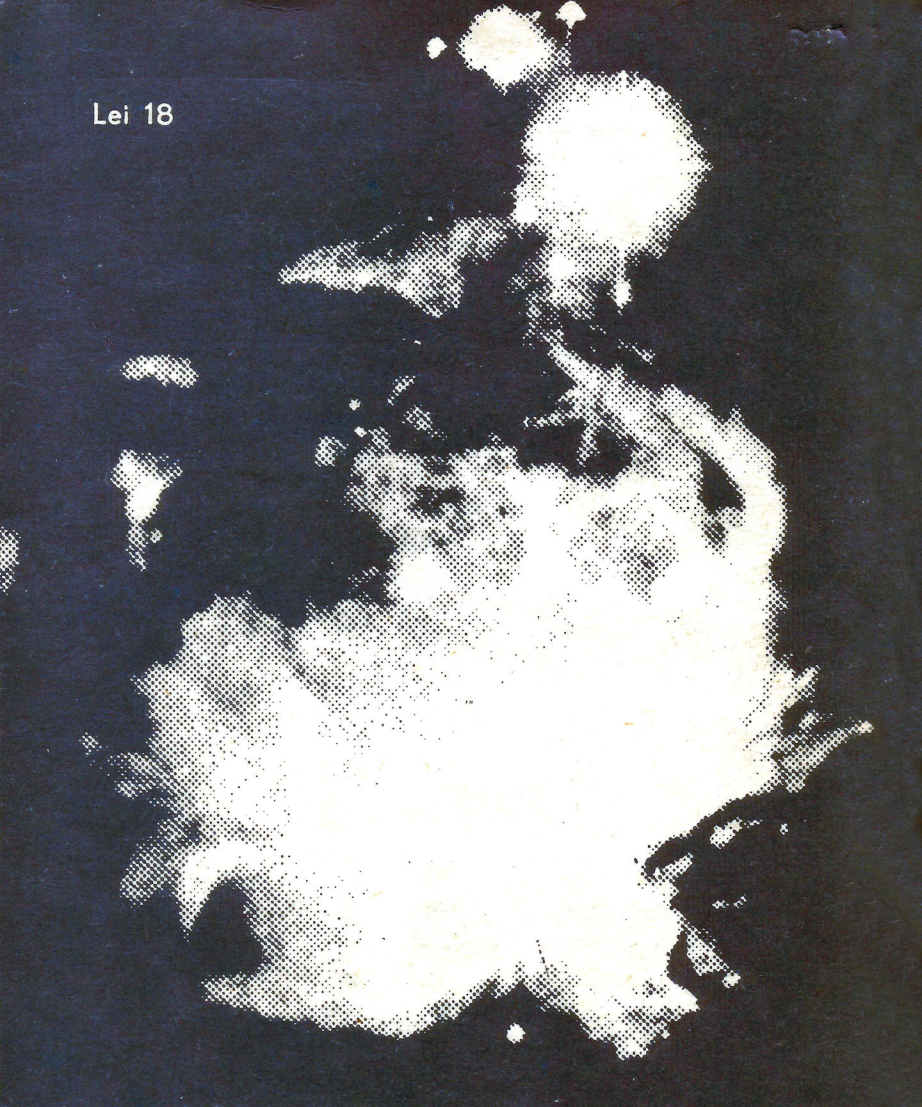
Redactor : SANDA MIHĂESCU-BOROIANU
Tehnoredactor : FLORIAN SAPUNARESCU

Format 16/54X84. Coll editură 17,14. Coll tipar 18.
Bun de tipar 10 octombrie 1983. Apărut octombrie 1983



Comanda nr. 9654/30232
Combinatul poligrafic „Casa Școlii”,
Plăța Școlii nr. 1,
București, Republica Socialistă România

Lei 18



În peisajul arhiaglomerat al literaturii care se ocupă de farfurii zburătoare, omuleți verzi, paleoastronauți, întâlniri apropiate de diverse grade și alte asemenea povești de zăpăcit adulții, cartea **Civilizații extraterestre** este o adevărată oază de bun-simț.

Afirmațiile beneficiază tot timpul de un suport solid de argumente, datele științifice sînt cele mai recente și cele mai verificate, pînă și speculațiile pornesc de la un fapt acceptabil sau chiar acceptat. Avem de-a face nu cu o simplă înșiruire de date sau de presupuneri, ci cu o adevărată incursiune în anatomia probabilității, cu un soi de radiografie a hazardului și necesității, cu un elegant balet intelectual desfășurat la limitele posibilului.

EDITURA POLITICĂ